

# Urbanismo y sistemas agrarios periurbanos

Segunda edición revisada

**Seminario internacional de validación de resultados parciales del proyecto PAEc-SP. 12 de noviembre de 2012**

# Urbanism and periurban agrarian ecosystems

Second Revised Edition

**International Seminar. Assesment of PAEc-SP  
Project Outcomes. 12th November, 2012**

**Grupo de Investigación en Arquitectura, Urbanismo y Sostenibilidad (GIAU+S, UPM)  
Dpto. Urbanística y Ordenación del Territorio (DUyOT, UPM)  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid**

# Urbanismo y sistemas agrarios periurbanos

Segunda edición revisada

**Seminario internacional de validación de resultados parciales  
del proyecto PAEc-SP. 12 de noviembre de 2012**



**Grupo de Investigación en Arquitectura, Urbanismo y Sostenibilidad (GIAU+S, UPM)**  
**Dpto. Urbanística y Ordenación del Territorio (DUyOT, UPM)**  
**Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid**

## CRÉDITOS

### Urbanismo y sistemas agrarios periurbanos

2ª edición revisada, septiembre 2013

#### Autores:

Marian Simón, Nerea Morán, Ana Zazo, Raquel Rodríguez

#### Traducción

AEIOU traductores

#### Edita

MAIREA

ISBN: 978-84-940645-4-8

Depósito legal: M-36870-2012

#### Coordinación científica

Fernando Roch, José Fariña, Marian Simón, Verónica Hernández.

#### Ponentes seminario

Burghard C. Meyer. University Leipzig  
Marta Pérez Soba. Univ. Wageningen  
Andrea Calori. Politecnico di Milano

#### Equipo PAEc-SP

GIAU+S, UPM. Fernando Roch Peña.  
Marian Simón, José Fariña. José Manuel Naredo. Mariano Vázquez, Álvaro Sevilla. Carlos Verdaguer. Nerea Morán. Ana Zazo. DUyOT, UPM. Luis Felipe Alonso Teixidor. Raquel Rodríguez. Enrique de la Villa. GI ECOLOGIA Y PAISAJE, UPM. Santiago González. Verónica Hernández. DIGA, UPM. Ana G. Uriel. Elena Pliego. UVA. Juan Luis de las Rivas. Ana Teresa López.

#### Web

<http://www2.aq.upm.es/Departamentos/Urbanismo/blogs/paec-sp/>

#### Financiado por:

Plan Nacional de Investigación I+D+i 2008-2012, Ministerio de Economía y Competitividad.  
Master Universitario en Planeamiento Urbano y Territorial, DUyOT, UPM

## CONTENIDO

El proyecto PAEc.....	1
Planteamiento de la investigación	
Objetivos específicos	
Ciudades medias españolas del interior.....	3
Caracterización de los modelos urbanos	
Presiones sobre los espacios agrarios periurbanos	
Los espacios agrarios periurbanos en el planeamiento.....	11
El sistema de planeamiento en España	
La consideración de los espacios agrarios en el planeamiento	
Nuevos enfoques para los ecosistemas agrarios periurbanos.....	16
Categorías de ecosistemas en el espacio periurbano	
Delimitación de los ecosistemas	
Modelo para la delimitación de los ecosistemas	
Variables complementarias	
Tipología de servicios de los ecosistemas.....	21
Indicadores .....	23
Criterios para la elección de indicadores	
Definición de indicadores	
Ejemplo de adaptación de indicador a la escala periurbana	
Referencias bibliográficas .....	31

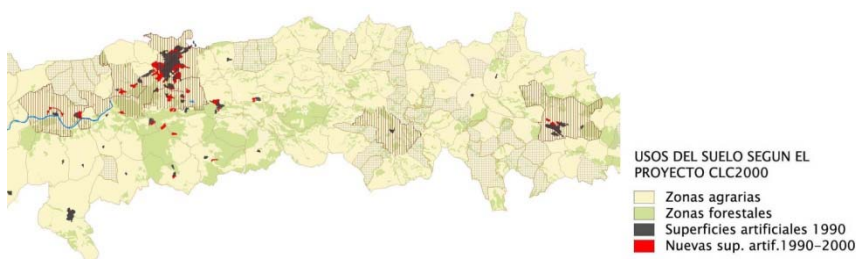
## El proyecto PAEc-SP

En el presente documento se recogen los resultados de la primera fase del proyecto "Integración de los espacios agrarios periurbanos en la planificación urbana y territorial desde el enfoque de los servicios de los ecosistemas - PAEc-SP", financiado en la Convocatoria 2011 del Subprograma de Proyectos de Investigación Fundamental No Orientada del MICINN. El periodo de ejecución abarca de enero de 2012 a diciembre de 2014.

### Planteamiento de la investigación

La presión urbanizadora se concentra en los espacios periurbanos<sup>1</sup>. En la mayoría de los casos, la presión se intensifica sobre los espacios agrarios. Su transformación supone la pérdida irreversible de un suelo con valor estratégico, que presta una compleja red de servicios: de soporte, de biodiversidad, de abastecimiento, de regulación y culturales. La adecuada consideración y comunicación de esta multifuncionalidad contribuiría a mejorar la percepción que se tiene de estos ecosistemas y del papel fundamental que desempeñan agricultores, pastores y ganaderos. Para ello es necesario comprender el uso urbano de lo rural y de las interacciones de las actividades agrarias periurbanas con la ciudad. Ante la posible transformación de los ecosistemas agrarios debería primar el principio de precaución (Riechmann, 2007).

**Figura 1.** Concentración de usos artificiales en el entorno periurbano. Corredor del Duero. 2000-2006



Fuente: SIMON ROJO, 2011, a partir de explotación de datos del CLC.

<sup>1</sup> A modo de ejemplo, se analizó un territorio de unos 3.000 km<sup>2</sup> en el tramo medio del valle del Duero, el 68% de los suelos urbano-artificiales se concentraban en un radio de 30 km en torno a la única ciudad mayor de 50.000 habitantes, Valladolid. También se concentraron en esta área de 30 km, el 90% de los nuevos suelos urbanos desarrollados entre 1990 y 2000 y el 90% de los desarrollados entre 2000 y 2006 (SIMON ROJO, 2011).



Para que este cambio de enfoque sea posible es necesario reorientar el **proceso de planificación**, cubriendo las carencias de conocimiento y de mecanismos para la interacción entre las visiones de los distintos técnicos y estableciendo canales de comunicación con la población y agentes locales. En esta línea, la investigación ofrece una adaptación del conocimiento existente a la realidad de las ciudades medias con vocación agraria del interior de la península. Su aplicación contribuiría a dinamizar el sector agrario periurbano, que se puede convertir en **motor de innovación** de dichas ciudades.

Con estas premisas, se aborda la integración de los ecosistemas agrarios periurbanos en la planificación urbana, con el fin de mejorar tanto la calidad de vida y el bienestar de la población como hacer frente a la pérdida de biodiversidad y posicionar mejor a las ciudades y sus territorios ante el cambio climático, reduciendo su dependencia de los combustibles fósiles y aumentando su resiliencia.

### Objetivos específicos

- Identificar las relaciones entre tipologías de bienes y servicios de los ecosistemas y los espacios agrarios periurbanos.
- Desarrollar una metodología para identificar las interacciones entre modelos de desarrollo urbano y servicios de los ecosistemas agrarios periurbanos.
- Establecer un sistema de indicadores y métodos de representación gráfica para comprender y comunicar la incidencia en el bienestar y en el fomento de la biodiversidad de las anteriores relaciones.
- Desarrollar una herramienta práctica para la evaluación de los servicios de los ecosistemas agrarios orientada a la gestión y toma de decisiones sobre usos de suelo en el planeamiento urbanístico.
- Definir una propuesta metodológica sobre la incorporación en el proceso de planificación urbana del enfoque de bienes y servicios de los ecosistemas.

## Ciudades medias españolas del interior

La investigación se centra en el entorno periurbano de las ciudades medias del interior con un pasado agrario. Conectar con ese pasado, revalorizándolo como factor de identidad y de dinamización de economías locales, ofrece la posibilidad de convertir al sector agrario en impulsor de procesos innovadores hacia estrategias de alimentación más coherentes con los recursos disponibles. Para explorar ese potencial y entender la relación entre modelos urbano-territoriales y servicios de los ecosistemas agrarios se han analizado las ciudades del interior, con una franja de población entre 50.000 y 325.000 habitantes. Se han excluido del análisis aquellas ciudades que se localizan dentro de un área metropolitana (Madrid), por las dinámicas a las que están sometidas en razón de su cercanía a la gran urbe. La muestra de estudio aplicando estos criterios se compone de 29 ciudades. En ellas se analiza la estructura física urbana, de la distribución de usos y población y las relaciones entre núcleo central y área de influencia. Este análisis permite distinguir distintos tipos de modelos de ciudad. Una vez caracterizado el conjunto se aborda el estudio en profundidad de tres casos concretos: Aranjuez, Ciudad Real y Valladolid.

### EL ESPACIO PERIURBANO

El concepto 'periurbano' se utiliza con un carácter genérico de envolvente urbana imprecisa, debido a la falta de un acuerdo en el establecimiento de unos marcos conceptuales y analíticos comunes que determinen una definición concreta del término y una metodología de delimitación geográfica.

El primer intento de delimitación de las áreas periurbanas fue la definición que el año 1979 proporcionó la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) según la cual, desde una perspectiva territorial y de los habitantes, una zona periurbana es aquella que comprende en un radio de 20 km alrededor de los núcleos urbanos de más de 200.000 habitantes, en un radio de 15 km alrededor de núcleos urbanos de entre 100.000-200.000 habitantes y en un radio de 10 km alrededor de núcleos urbanos de entre 50.000-100.000 (OCDE, 1979). Desde entonces han surgido muchas definiciones que no han llegado a aportar una aproximación en la delimitación de este ámbito.

Las características específicas de los espacios periurbanos son la indeterminación de sus límites, tanto con el espacio urbano difuso como con el espacio rural impreciso, su dinamismo, la heterogeneidad de usos que acoge y la precariedad territorial, ambiental y social configurada en la periferia de las aglomeraciones urbanas.

## Caracterización de los modelos urbanos

A partir de los datos de superficie y cobertura del CLC06 y de las ortofotos disponibles, se diferencia entre dos tipos de crecimiento y de entorno:

- Modelo de crecimiento: disperso o compacto. El crecimiento disperso es mayoritario en 22 de las 29 ciudades. En las ciudades clasificadas como compactas pueden existir usos urbanos o industriales en localizaciones alejadas de la ciudad, actividades extractivas, de vertido, o pequeños polígonos industriales, pero no se han detectado procesos de expansión destacables.
- Tipo de entornos periurbanos: agrícolas o forestales según la superficie del suelo ocupada por uno u otro uso supere los 2/3 del total. Se consideran entornos mixtos cuando hay un mayor equilibrio entre las superficies de suelos agrícolas y forestales.

**Tabla 1.** Tabla resumen modelos de expansión urbana en municipios analizados

	AGRICOLA (más de 2/3)	MIXTOS	FORESTAL (más de 2/3)
DISPERSO	Albacete Alcalá de Henares Badajoz Ciudad Real Guadalajara León, Logroño Mérida, Palencia Salamanca Valdemoro Valladolid	Aranjuez (A60%-F28%) Arganda del Rey (A56% - F27%) Pamplona (A53% - F39%) Ponferrada (A39%-F52%) Puertollano (A58%-F33%) Segovia (A52%-F43%) Talavera (A51%- F41%) Teruel (A46%-F50%) Toledo (A54%-F31%)	Collado Villalba
COMPACTO	Burgos Huesca Zamora	Cuenca (A46% - F51%) Soria (A50%-F46%)	Ávila Cáceres

Fuente: elaboración propia a partir de explotación de datos del CLC

Las estructuras urbanas de crecimiento disperso analizadas se podrían definir en su mayor parte como monocéntricas y radiales, con una ocupación discontinua del suelo periurbano, apoyada en las infraestructuras viarias. En algunos casos el crecimiento urbano acababa por absorber núcleos de población próximos, creando un continuo urbanizado que supera los límites municipales (Ciudad Real, Puertollano, municipios madrileños...), pero no se han detectado procesos de conurbación, excepto en el entorno de Valladolid, que es la ciudad de mayor población en el rango analizado.

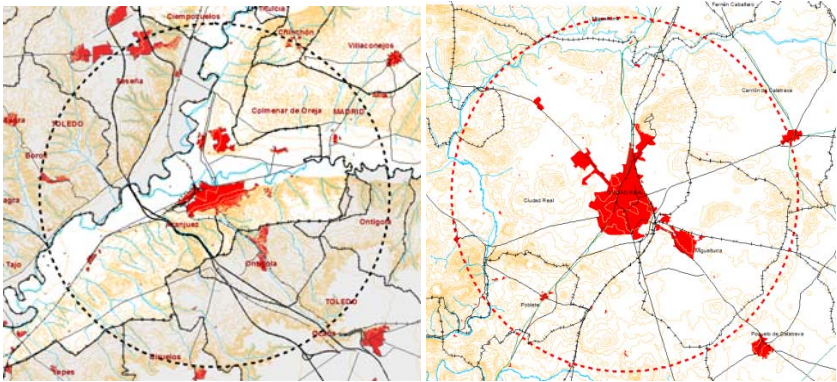
En las ciudades más cercanas a la capital el modelo de crecimiento se complejiza debido a la influencia del área metropolitana de Madrid, que llega a superar los límites autonómicos (extendiéndose hasta Guadalajara, por ejemplo).

Los usos urbanos en disperso se podrían dividir en dos grandes categorías: terciaria y residencial. Cuatro de las ciudades analizadas (Logroño, Valdemoro, Arganda y Ponferrada) presentan un crecimiento básicamente industrial, en ocho ciudades los crecimientos han sido únicamente residenciales, y las diez restantes presentan ambos usos.

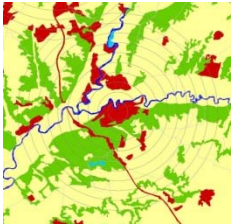

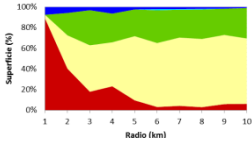
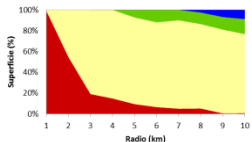
**Tabla 2.** Número de municipios, núcleos y habitantes

	Aranjuez	Ciudad Real
	(8)	(6)
Municipios incluidos:	Aranjuez, Bórox, Seseña, Ontígola, Ocaña, Colmenar de Oreja, Chinchón y Villacañeros	Ciudad Real, Miguelurra, Poblete, Carrión de Calatrava, Picón y Pozuelo de Calatrava
Núcleos	9	7
Población TM ppal	55.755 Habitantes	74.798 Habitantes
Población TM:	109.691 Habitantes	98.202 Habitantes
Población Ámbito:	55.673 Habitantes	94.296 Habitantes

**Figuras 2 y 3.** Ámbito de análisis y delimitación administrativa en Aranjuez y Ciudad Real

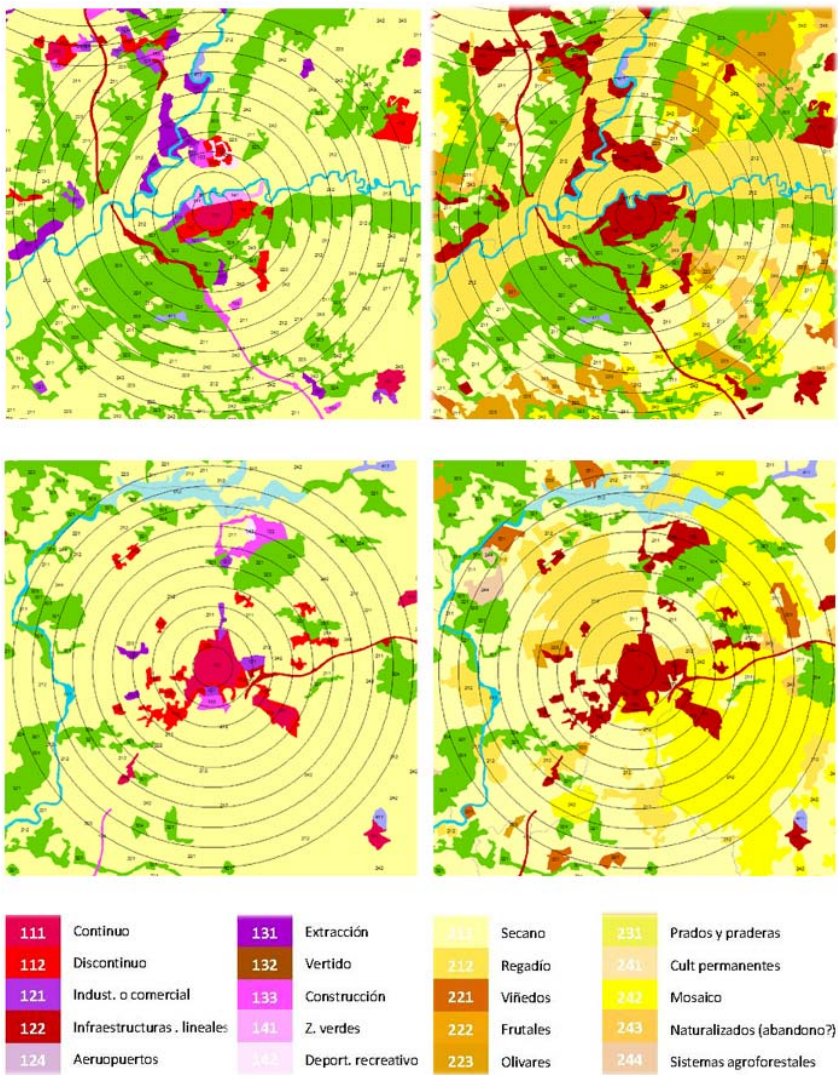


**Tabla 3.** Ocupación del suelo en los casos de estudio

	Aranjuez	Ciudad Real
Modelo urbano	Disperso (forma parte de estructura regional policéntrica de Madrid, corredor sur). Crecimiento lineal debido a barreras geográficas y límites administrativos	Disperso monocéntrico radial
Entorno	Mixto Agrícola – forestal	Agrícola
Usos en disperso	N: residencial + golf. Extractivos, principalmente en ribera al NO del núcleo. Algunas áreas industriales NO-SE: infraestructura viaria	Urbanización residencial dispersa en todo el entorno. N: complejos golf. SE: continuidad de urbanización hasta la unión con Miguelturna. S: infraestructura viaria O: extractivas
Sistemas agrarios	Predomina regadío en ribera. Manchas de secano. S y NE: olivares E: manchas de mosaico de cultivos SE: abandono	Predomina secano O: gran mancha de mosaico de cultivos NE + pequeñas manchas S: regadío Pequeñas manchas de viñedos, frutales, olivares y abandono.
CLC06		
Porcentajes de ocupación		

Fuente: elaboración propia a partir de explotación de datos del CLC

**Figura 4.** Ocupación del suelo en los casos de estudio, nivel 5 CLC06



Fuente: elaboración propia a partir de explotación de datos del CLC



## Presiones sobre los espacios agrarios periurbanos

La investigación parte de la hipótesis de que son los espacios agrarios los que están sometidos a una mayor presión urbanizadora que induce a su vez procesos de abandono. Analizando a partir de la base de datos del CLC (por ello se usa su terminología) los cambios experimentados en torno a las 29 ciudades del interior seleccionadas, se concluye que las dinámicas se superponen y no son homogéneas. En la tabla 4 se pueden ver algunos ejemplos que muestran esta heterogeneidad:

En el entorno periurbano (radio de 10 km) del conjunto de las ciudades analizadas, los suelos agrícolas ocupaban en 1990 el 60% de la superficie.

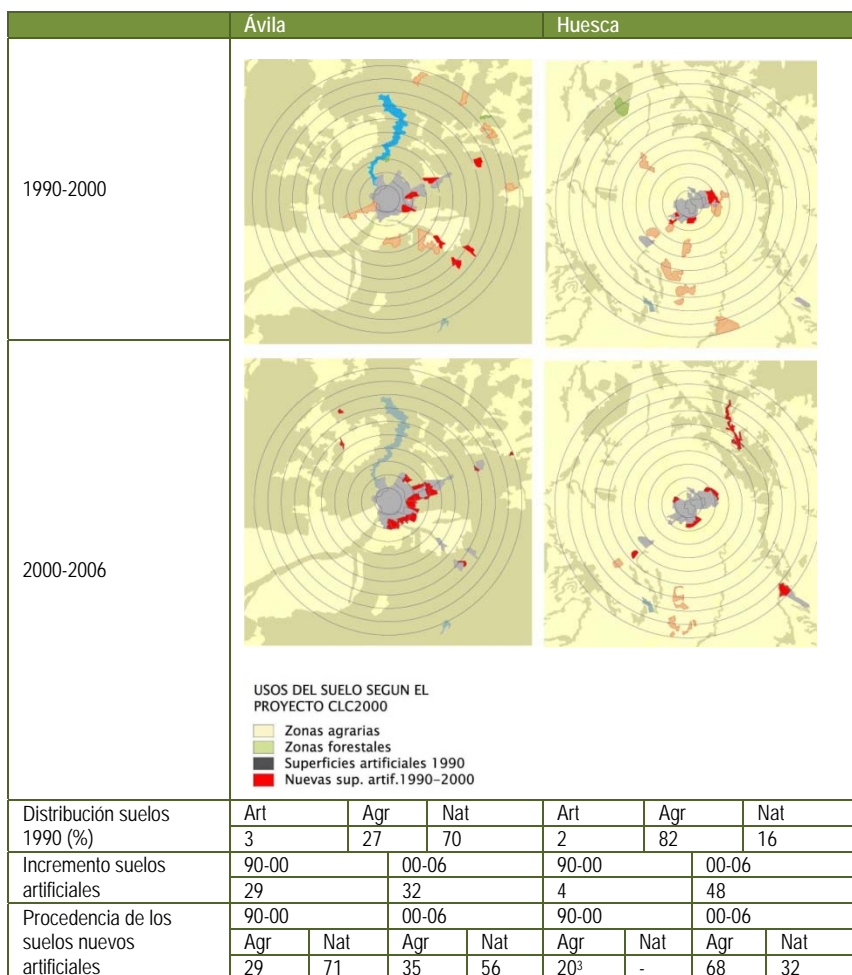
- Entre 1990 y 2000 las mayores transformaciones de los suelos agrícolas se debieron a cambios de un tipo de cultivo o cobertura a otro. El 83% de los suelos agrícolas que se perdieron se transformaron en suelos urbano-artificiales, mientras que el 17% restante se pasó a considerar suelo natural o semi-natural. En paralelo, en una tercera parte de las ciudades aumentó la superficie dedicada a cultivos, a costa de las superficies forestales-seminaturales.
- Entre 1990 y 2000 el 65% de los nuevos usos urbano-industriales se desarrollaron sobre suelos agrícolas. No es desdeñable el impacto que estos desarrollos han tenido en los suelos forestales y semi-naturales: en el 45% de las ciudades los suelos desarrollados implicaron mayor consumo de superficie natural-seminatural que de agrícola. En conjunto fue mayor la pérdida de suelo natural-seminatural que la del suelo agrícola.
- Entre 2000 y 2006, la presión sí que se concentró sobre los suelos agrícolas, en cifras absolutas la reducción de suelos agrícolas fue tres veces superior a la de los suelos forestales-seminaturales. El 99% de los suelos agrícolas que se perdieron fueron transformados en urbano-artificiales (en ese periodo de tiempo es probable que no sea posible detectar nuevos procesos de "renaturalización")

Tabla 4. Cambios de uso del suelo 1990-2000 y 2000-2006

	Pamplona			Albacete				
1990-2000								
2000-2006								
<div>USOS DEL SUELO SEGUN EL PROYECTO CLC2000</div> <div><div></div> Zonas agrarias</div> <div><div></div> Zonas forestales</div> <div><div></div> Superficies artificiales 1990</div> <div><div></div> Nuevas sup. artif.1990-2000</div>								
Distribución suelos 1990 (%)	Art	Agr		Nat	Art	Agr		Nat
	11	65		24	9	89		2
Incremento suelos artificiales	90-00		00-06		90-00		00-06	
	36		7		15		7	
Procedencia de los suelos nuevos artificiales	90-00		00-06		90-00		00-06	
	Agr	Nat	Agr	Nat	Agr	Nat	Agr	Nat
	83 <sup>2</sup>	-	70 <sup>2</sup>	-	88	13	100	-

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos del Corine Land Cover

<sup>2</sup> El resto hasta completar el 100% se obtuvieron por transformación de suelos ya artificiales



Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos del Corine Land Cover

Al hablar de la amenaza que suponen los procesos de suburbanización residencial para los espacios agrarios periurbanos, nos referimos tanto a urbanizaciones independientes, como a transformaciones de parcelas dispersas dentro de ámbitos que mantienen su actividad agrícola. En 15 de las 29 ciudades analizadas la

<sup>3</sup> El resto hasta completar el 100% se obtuvieron por transformación de suelos ya artificiales

urbanización residencial de baja densidad supone más de un tercio del total de suelo urbanizado, en 12 ciudades aparecen urbanizaciones ligadas a clubs de golf, y en 8 ciudades los usos dispersos corresponden únicamente a desarrollos residenciales (Badajoz, Ciudad Real, Mérida, Salamanca, Segovia, Talavera, Collado Villalba, Teruel).

Los usos terciarios, comerciales e industriales, siguen a los residenciales en porcentaje de ocupación sobre el entorno periurbano. Finalmente las infraestructuras de transporte son uno de los elementos con mayor repercusión sobre los sistemas agrarios periurbanos, pues sirven de base a la instalación de usos urbanos en disperso; además los nudos, cruces y circunvalaciones de las redes viarias fragmentan el territorio, dificultando su laboreo y conduciendo al abandono de los cultivos que de algún modo se entienden como incluidos en el ámbito urbano. Los aeropuertos y líneas ferroviarias de alta velocidad también son una ocupación constante en los territorios analizados, presentes incluso en ciudades muy pequeñas.

## Los espacios agrarios periurbanos en el planeamiento

En su informe de 2010 "Options for an EU vision and target for biodiversity beyond 2010" la Comisión Europea defendía que la planificación espacial y el desarrollo del territorio no incluido en la Red Natura 2000, deberían ser más coherentes con los importantes servicios que pueden prestar los ecosistemas agrarios y seminaturales (Maes & Cols., 2011:7). Se propugna en consecuencia que se aplique el enfoque de los servicios de los ecosistemas a los espacios agrarios que, normalmente, no son objeto de protección por sus valores naturales, cuando sí que deberían serlo por los servicios que prestan a la sociedad urbana. El resultado permitiría trazar un puente entre las políticas sectoriales de la Unión Europea: biodiversidad, agricultura, desarrollo rural, etc.

Para comprender cómo se pueden aplicar estos principios en las ciudades analizadas primero se expone brevemente cómo se articula el sistema de planeamiento en España.

## El sistema de planeamiento en España

Desde la aprobación de la primera Ley del suelo en 1956, el sistema de planeamiento en España se configura en 3 escalas jerárquicas diferentes:

- Ordenación del territorio, cuyo ámbito de aplicación es siempre superior al nivel municipal y tiene como objetivo definir las principales líneas de actuación ya sea en temas sectoriales (costas, carreteras, puertos, vías pecuarias, turismo, etc.) o con carácter general en el conjunto del territorio

que pretende ordenar.

- Planeamiento general, cuyo ámbito de aplicación es el término municipal. Estos documentos deben cumplir las determinaciones que se deriven de la ordenación territorial y son el instrumento donde se define el destino de los suelos (desarrollo o preservación a través de la clasificación del suelo), los usos permitidos y las condiciones de la edificación en el caso de que ésta esté permitida (calificación del suelo).
- Planeamiento de desarrollo, cuyo ámbito de aplicación son determinadas bolsas de suelo delimitadas por el planeamiento general. Debe cumplir las determinaciones del planeamiento general y su principal objetivo es definir las condiciones pormenorizadas que deberá cumplir el desarrollo previsto en su ejecución.

A partir de la Sentencia del Tribunal Constitucional 61/1997, del 20 de marzo de 1997, las competencias en materia de urbanismo son exclusivamente autonómicas. Esto implica que cada una de las comunidades autónomas que existen en España tiene capacidad para legislar en materia de urbanismo, y, por tanto, para fijar las condiciones que deben cumplir las distintas figuras de planeamiento en su aprobación definitiva.

Salvo casos excepcionales, como las infraestructuras de interés nacional, puertos de interés general, costas, etc. los planes de ordenación del territorio son también competencia autonómica.

### La consideración de los espacios agrarios en el planeamiento

Para cada caso de estudio se analizan los instrumentos que tienen por objetivo la toma de decisiones, la gestión y/o la ordenación del territorio, distinguiendo los de carácter vinculante (distintas figuras de protección ambiental y sus respectivos planes de ordenación como los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales o los Planes Rectores de Uso y Gestión, los documentos de planeamiento, ya sean Plan Generales, Normas Subsidiarias o Delimitaciones de Suelo urbano, o los de ordenación del territorio), de otro tipo de instrumentos que puedan influir en la forma de utilización del espacio agrario periurbano como Agendas 21, Cartas de Paisaje, Estrategias de alimentación local, Planes de Desarrollo Rural, etc. Debido a la vigencia indefinida de los instrumentos de carácter vinculante es especialmente importante señalar el esquema temporal de aprobación, así como el texto legislativo que sirvió de marco para su redacción, permitiendo así contextualizar las prioridades generales en la gestión del territorio en cada instrumento. Otro punto de gran interés es el análisis sobre la coordinación de todos los instrumentos disponibles.

Para cada uno ellos se analizan los siguientes aspectos:

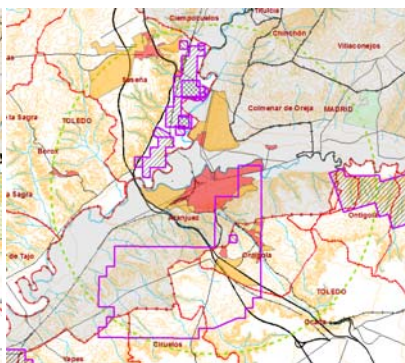
- **Relaciones campo-ciudad.** Reconocimiento de presiones y potenciales de los suelos agrarios en cada instrumento, derivados de las relaciones campo-ciudad.
- **Modelo propuesto.** Papel de la actividad agrícola dentro del modelo de ciudad escogido y el papel-tratamiento del suelo agrícola periurbano.
- **Herramientas urbanísticas.** Instrumentos urbanísticos o de regulación sobre el agrícola periurbano propios del planeamiento general: Clasificación del suelo y categorías de suelo no urbanizable con especial atención al tratamiento del suelo agrícola periurbano.
  - Regulación de los usos y actividades dentro del suelo no urbanizable, con especial atención al que afecta al suelo agrícola periurbano.
  - Relación entre el crecimiento urbano y el desarrollo de infraestructuras (dirección, ubicación) y el valor del suelo (capacidad agrológica, clima, biodiversidad, erosión... etc.)
- **Tratamiento de los servicios de los ecosistemas.** Cómo trata el plan los bienes y servicios de los ecosistemas indicando, en su caso, las medidas previstas para favorecerlos.
- **Grado de desarrollo del plan.** Desarrollo del plan y posibles suelos a recuperar como agrícola periurbano.



**Figura 6.** Aranjuez. Espacios pertenecientes a la Red Natura 2000



**Figura 7.** Aranjuez. Explotaciones mineras en activo y en proceso de concesión



Fuente: elaboración propia

#### EL ALFOZ DE ARANJUEZ: UN TERRITORIO, DOS COMUNIDADES.

La vega del río se protege a través de la delimitación de ZEPA tanto en Madrid como en Castilla La Mancha. A pesar de ser la misma figura de protección, los criterios empleados no fueron los mismos, optando Madrid por proteger la vega completa frente a Castilla La Mancha que limita la protección prácticamente al curso del río. La distinta visión sobre la gestión del territorio queda reflejada no solo a nivel autonómico, sino también a nivel municipal, como consecuencia indirecta de la ausencia de planeamiento de ordenación territorial. Aunque toda la vega queda clasificada por los 4 municipios como no urbanizable de protección, los motivos para su protección y la dispar regulación de los usos facilita la aparición de algunos usos, como las graveras. La presión sobre los suelos agrícolas es muy importante incluso en municipios como Aranjuez donde la protección de la vega es bastante estricta, incluyendo los sotos históricos declarados como Patrimonio Mundial por la UNESCO. A través de las calificaciones urbanísticas el espacio de la huerta abandonado empieza a ocuparse por usos diversos: cuerdas equinas, campo de golf, equipamientos, etc

**Tabla 5:** Protección de suelos agrícolas en los planes generales

Municipio	Clasificación de la Vega	Definición. Objeto	Regulación de usos
Aranjuez	Protección Edafológica	El objetivo de la protección no es tanto el mantenimiento y potenciación de la producción agraria o forestal actual sino la preservación de la capacidad de producción a largo plazo (art 4.4.6 de las NNUU)	Cultivos, pastizales y praderas e instalaciones vinculadas (usos propios) Equipamientos ocio-recreativos al aire libre de baja densidad e infraestructuras (usos compatibles)
Seseña	Producción Agropecuaria	Constituyen el suelo no urbanizable especialmente protegido de la zona de aptitud agrícola de regadío los terrenos de la Vega del Jarama situados en general entre la Real Acequia del Jarama y el río (art 9.4.1 de las NNUU)	Producción agropecuaria Defensa y Mejora del medio natural (característicos); Explotaciones extractivas, Infraestructuras Utilidad Pública, Viviendas rurales
Bórox	Especialmente Protegido	Preservar los mejores suelos agrícolas de cualquier actuación urbanística que pudiera perjudicarles en el futuro (art 81 de las NNUU)	Prohibidas las construcciones e instalaciones no relacionadas con la actividad agrícola
Colmenar de Oreja	Especialmente protegido	En razón de su excepcional valor agrícola, forestal o ganadero, de las posibilidades de explotación de los recursos naturales, de sus valores paisajísticos, históricos, culturales o para la defensa de la fauna, la flora o el equilibrio ecológico (art 8.1.2 de las NNUU)	Prohibidas las construcciones e instalaciones no relacionadas con la actividad agrícola, o con la ejecución, entretenimiento y servicio de las obras públicas. Prohibidas las viviendas en todas sus tipologías y usos

Fuente: elaboración propia

## Nuevos enfoques para los ecosistemas agrarios periurbanos

El proyecto trata de dilucidar si el enfoque de servicios de los ecosistemas, aplicado a la planificación espacial, a través de los instrumentos de ordenación urbanística y territorial, puede ser útil para contribuir a la conservación y dinamización de los espacios agrarios periurbanos. La reconsideración de los espacios agrarios va encaminada no solo a facilitar su preservación, sino a favorecer un mejor desempeño de los mismos, aumentando y visibilizando los beneficios que aportan al conjunto de la población.

Se plantea una metodología de análisis y valoración de los servicios ecosistémicos aplicados a los ecosistemas agrarios periurbanos. Como se expone a continuación, en primer lugar se establece una tipología de los ecosistemas periurbanos, se seleccionan los servicios más relevantes y se desarrollan una serie de indicadores. A continuación, mediante su aplicación a los casos de estudio, se analiza la estructura y funcionamiento de los espacios agrarios y se evalúa su potencial de mejora en la prestación de servicios. En la siguiente fase se analizan los instrumentos de ordenación para explorar las posibilidades de integrar los espacios agrarios en la planificación territorial desde la perspectiva de los servicios de los ecosistemas, mejorando su funcionamiento y su interacción con otros ecosistemas, de manera que puedan prestar mejores servicios.

## Categorías de ecosistemas en el espacio periurbano

Las categorías de ecosistemas que se emplean en la investigación, se basan en los postulados de Odum que distingue, según criterios de edad sucesional y ciclos de energía y materia, entre ecosistemas jóvenes (en los que prima la producción, el crecimiento y la cantidad) y ecosistemas maduros (en los que prima la protección, la estabilidad y la calidad). Además se consideran los ecosistemas urbano-industriales, constituidos por los espacios ocupados por la urbanización, así como las zonas degradadas por actividades de vertido o extractivas, y las afectadas por la expansión urbana.

En las zonas de encuentro entre ecosistemas pueden surgir espacios de compromiso, que comparten propiedades de ambos ecosistemas y que son de gran interés por lo que se refiere a la biodiversidad. Las zonas en desuso, campos de cultivo abandonados, ruderales y otras zonas degradadas se adscribirán a los ecosistemas productivos o protectores dependiendo de sus características y su situación.

Se superponen a estas categorías lo que se ha denominado espacios en transición, que incluyen zonas urbano-industriales como graveras ya clausuradas en proceso de

restauración; así como aquellas zonas "a la expectativa", espacios productivos o

protectores que tienen un plan aprobado que prevé su transformación. Ejemplos de estas situaciones los encontramos en las zonas con autorización para extracción minera o los suelos clasificados como urbanizables en el planeamiento vigente.

En consecuencia se diferencia entre:

- Ecosistemas productivos
- Ecosistemas protectores o maduros
- Ecosistemas urbano-industriales
- Otros: en transición

**Tabla 6.** Relación entre ecosistemas<sup>4</sup> y categorías del CLC y del MCA

PAEc			Cultivos y aprovecham	CLC
Urbano industriales <sup>5</sup>	Tejido Urbano	Continuo	Improductivo	1.1.1 Tejido urbano continuo
		Discontinuo		1.1.2 Tejido urbano discontinuo
	Industrial y comercial			1.2.1 Zonas industriales o comerciales
	Infraestructuras			1.2.2. Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados 1.2.3. Aeropuertos
	Extracción y vertido			1.3.1. Zonas de extracción minera 1.3.2. Escombreras y vertederos
	Zonas verdes artificiales, no agrícolas			1.4.1. Zonas verdes urbanas 1.4.2. Instalaciones deportivas y recreativas
Productivos	Secano industrial		Cultivos herbáceos: Labor intensiva	2.1.1. Tierras de labor en secano
	Secano extensivo		Cultivos herbáceos: Labor extensiva	2.1.1. Tierras de labor en secano
	Huerta		Cultivos herbáceos: huerta	2.1.2 Terrenos regados permanentemente
	Regadio		Cultivos herbáceos: Regadio, Cult. rotatorios en regadio, transformación en regadio	2.1.2 Terrenos regados permanentemente
	Bajo plástico		Cultivos forzados	
	Frutales		Cultivos leñosos: cítricos, frutales	2.2.2 Frutales
	Viñedo o/y olivar secano		Cultivos leñosos: olivar, viñedo	2.2.1 Viñedos
	Viñedo o/y olivar en			2.2.3 Olivares

<sup>4</sup> Los ecosistemas agrarios se consideran en mayor detalle al ser el objeto específico de la investigación. La categoría 2.4 Zonas agrícolas heterogéneas, del CLC no se aplica en la asignación de valores. Debido a la escala de análisis se ha decidido no perder la información más detallada del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos.

<sup>5</sup> Las zonas que aparecían en construcción en el CLC de 2006, así como aquellas que se encuentren en construcción en la actualidad, se adscriben a la categoría correspondiente según su destino final

	regadío		
	Otros cultivos leñosos		3.1.1.3. Otras frondosas de plantación <sup>6</sup>
	Prados de siega	Prados	2.3.1. Praderas
Protectores	Pastos y matorrales a pastos	Prados, pastizal de alta montaña, prados naturales	3.2.1 Pastizales naturales 3.2.2 Landas y matorrales 3.2.3 Vegetación esclerófila
	Matorrales y arbustos	Matorrales Enebro, sabina, Coscoja, Quejigo	3.2.4 Matorral boscoso de transición 3.1.2.2. Sabinares y enebrales <sup>7</sup>
	Bosque de galería	Vegetación de ribera Chopos	
	Bosque	Frondosas, coníferas	3.1. Bosques
	Humedales		4.1. Zonas húmedas continentales
	Masas de agua	Improductivo agua	5.1.2 Láminas de agua

## Delimitación de los ecosistemas

La investigación se centra en las ciudades españolas del interior, de tamaño medio. Teniendo en cuenta que los recursos económicos son limitados, se está desarrollando una metodología que utiliza información pública y accesible. La propuesta de delimitación de ecosistemas se basa en la explotación sistematizada de bases de datos espaciales de acceso libre. Se pretende de esta manera facilitar la aplicación posterior de la metodología y de las herramientas desarrolladas.

Los mapas empleados son:

- Mapa SIOSE
- Mapa Corine Land Cover
- Mapa de Cultivos y Aprovechamientos 1998-2008 (MAGRAMA)
- Ortofoto PNOA
- Planos clasificación de suelo del planeamiento vigente
- Mapa espacios naturales protegidos
- Mapa de hábitats prioritarios
- Mapa de pendientes
- Mapa edafológico
- Mapa del registro minero

<sup>6</sup> Categoría únicamente disponible trabajando con CLC Nivel 5 España.

<sup>7</sup> Categoría únicamente disponible trabajando con CLC Nivel 5 España

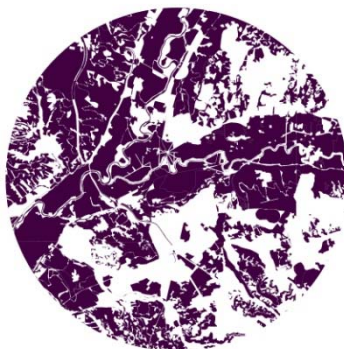
## Modelo para la delimitación de los ecosistemas

Uno de los objetivos de la investigación es sistematizar mediante la aplicación de un modelo en GIS, el proceso de delimitación de ecosistemas a partir de la información disponible en las bases de datos espaciales.

El modelo permite la reclasificación de celdas para por un lado, permitir identificar áreas con entidad de ecosistemas y, por otro, conservar la información de las parcelas agrícolas.

La asignación de una celda a un ecosistema u otro se realiza en un proceso iterativo que el modelo permite ejecutar automáticamente. Se consideran como mapas básicos los del SIOSE, los del Corine Land Cover y el mapa de cultivos y aprovechamientos, que son los únicos que cubren todo el espacio a estudiar. A aquellas celdas en las que coincidan los valores en las capas del CLC y del mapa de cultivos, se les asigna automáticamente el valor del ecosistema respectivo. La figura 8 muestra un ejemplo de la equivalencia de códigos entre mapas.

En el caso de las zonas urbano-industriales, el Corine establece unas subcategorías, mientras que el mapa de cultivos solo se refiere a suelos improductivos. Por ello se conserva el valor del Corine Land Cover.



**Figura 8:** Coincidencia inicial de valores CLC y mapa de cultivos. Aranjuez

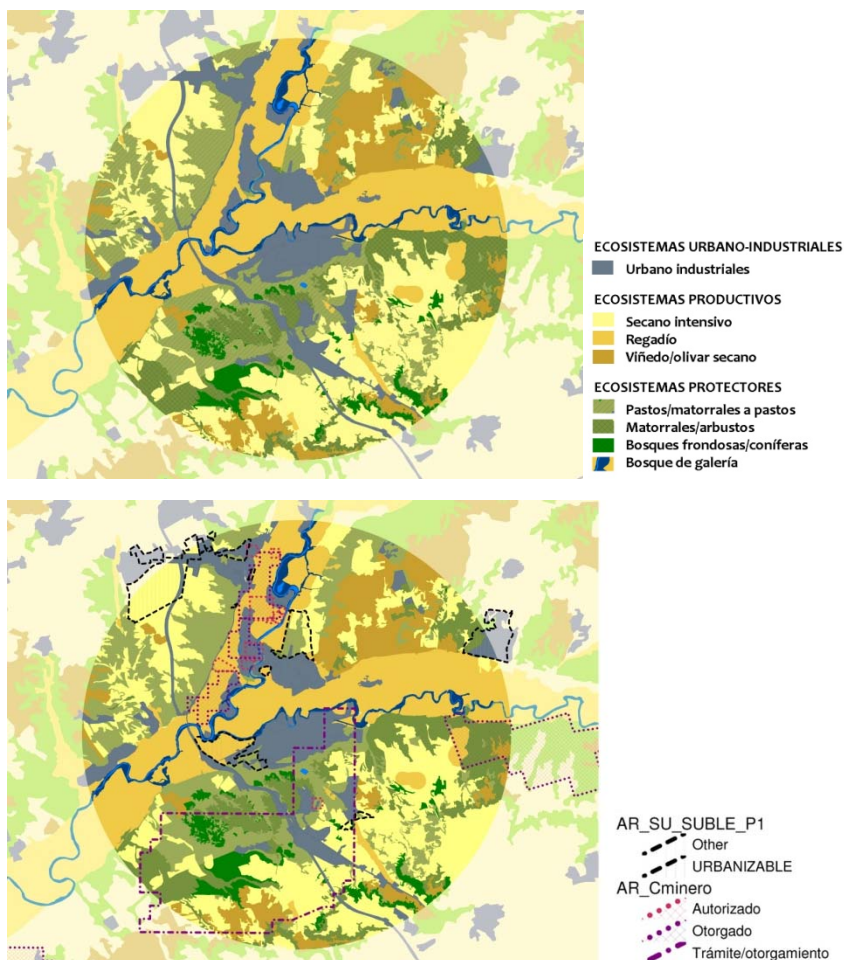
En el caso de los ecosistemas productores, se conserva la subcategoría del mapa de cultivos para los cultivos herbáceos, pues para la investigación resulta de gran interés diferenciar los cultivos de labor intensiva de los extensivos y de las huertas.

Para los casos de discrepancia entre los mapas, se está desarrollando un protocolo de modelización, que asigna un valor prioritario en función de la fiabilidad de la capa fuente, como se explica en el recuadro.

El mapa resultante tiene que ser necesariamente contrastado con la realidad y actualizado, especialmente por lo que se refiere a los desarrollos en suelo urbanizable. Se incluye a continuación un ejemplo del resultado, sobre el que se han superpuesto los recintos indicando espacios en transición.



**Figura 9:** Propuesta de delimitación de ecosistemas en Aranjuez



Fuente: elaboración propia

### Variables complementarias

Como señalara Odum (1969), los espacios agrícolas son ecosistemas en los que la intervención de la especie humana impide la sucesión ecológica que les llevaría a alcanzar un estado maduro. Se mantienen intencionadamente en un estado joven, en desarrollo, con el objetivo de "obtener la máxima producción del territorio, desarrollando y manteniendo los ecosistemas en sus fases iniciales".

En los ecosistemas agrarios es decisiva la intervención humana y no se pueden entender sin las prácticas sociales. Por ello la investigación tiene en cuenta una serie de variables sociales, operativas, productivas y estructurales, que incluyen el régimen de propiedad, la distribución de los medios de producción y el sistema empresarial, tamaño de la explotación y de la producción, tipo de actividad (principal o complementaria), destino de la producción, empleo de insumos y fertilizantes, grado de mecanización. Sin embargo la mayor parte de los datos sólo están disponibles a escala de municipio, no se pueden localizar en los mapas. Es por ello que se consideran variables complementarias.

## Tipología de servicios de los ecosistemas

Una vez definidos los tipos de ecosistemas, se analizan y evalúan aplicando los principios de los servicios de los ecosistemas. Se han adoptado los siguientes términos:

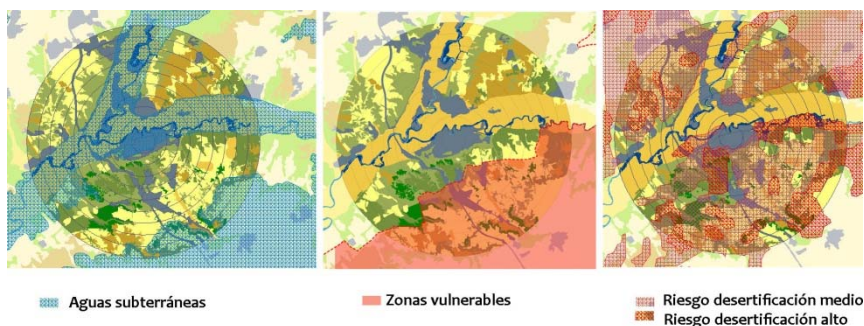
- **Ecosistema** es una unidad de organización biológica, conjunto de personas, animales, plantas y microorganismos que interactúan con el entorno físico, estableciéndose flujos de energía y materia. Los ecosistemas se caracterizan por su composición, estructura, relaciones y funcionamiento.
- **Servicios de los ecosistemas** son las actividades o bienes generados por un ecosistema que satisfacen necesidades humanas y contribuyen al bienestar de la sociedad.
- **Beneficios de los ecosistemas** se entienden como el impacto de los servicios de los ecosistemas en la satisfacción de las necesidades. No necesariamente toda la sociedad se beneficia homogéneamente de los servicios que presta el ecosistema.

Se mantienen las cuatro categorías básicas iniciales del ME: servicios de regulación, de abastecimiento, culturales y de soporte. De los servicios específicos en los que se desglosan estas categorías se han seleccionado los más relevantes para el caso de los espacios agrarios periurbanos; además se incluyen algunos específicos para las situaciones de borde de las áreas urbanas. La valoración de los ecosistemas agrarios se hará teniendo en cuenta los siguientes servicios:

- Servicios de regulación. En el borde de las áreas urbanas residenciales se considerarán los servicios de regulación del clima y de la calidad del aire.
- Servicios de abastecimiento: provisión de alimentos.
- Servicios culturales: identidad.
- Servicios de soporte: mantenimiento de la biodiversidad control de la erosión.

Tratándose de espacios agrarios, no se pueden obviar los impactos negativos asociados a algunos sistemas de explotación, que convierten los espacios agrícolas en fuente de agresiones a otros servicios, entre los cuales destacan los impactos negativos en los servicios de regulación: sobreexplotación hídrica, contaminación de agua y suelos, estructura y fertilidad del suelo (reciclaje de nutrientes), soporte: deforestación, pérdida de biodiversidad, erosión; culturales: abandono o pérdida de prácticas tradicionales. En la figura 10 se pueden ver un ejemplo de identificación de áreas con alto potencial de generar diservicios relacionados con la desertificación y la sobreexplotación hídrica.

**Figura 10.** Aranjuez. Identificación de áreas agrarias potenciales generadoras de impactos negativos.



## Indicadores

### Criterios para la elección de indicadores

El objetivo de la definición de indicadores es ofrecer al planificador información que le permita comprender la capacidad y vulnerabilidad del territorio, de modo que su intervención tenga en cuenta las funciones actuales y potenciales de los espacios agrarios periurbanos.

Con ese fin se han establecido criterios específicos para la definición de los indicadores, de modo que la elección de los servicios a analizar se circunscribe a aquellos que son prestados por los ecosistemas agrarios, están localizados en el ámbito periurbano, pueden ser representados cartográficamente, y en cuya regulación puede intervenir el planeamiento.

Para la definición de los indicadores se han revisado los sistemas utilizados en diversas investigaciones sobre espacios agrarios periurbanos y en evaluaciones de servicios de los ecosistemas de escala europea y nacional<sup>8</sup>. Frente a los repertorios completos de índices e indicadores que caracterizan todos los servicios existentes, se ha optado por la elección de un número limitado de indicadores que se adecúen a las premisas establecidas.

Los indicadores definidos representan el potencial que tiene el territorio para prestar servicios ambientales, y no el flujo real de la prestación de servicios, debido a la dificultad de obtención de datos en esta escala. En cualquier caso el planeamiento ordena los recursos según las funciones que debe cumplir el sistema urbano, por lo que la perspectiva del potencial territorial es útil.<sup>9</sup>

Los servicios de los ecosistemas pueden clasificarse según sus características espaciales (Costanza, 2008), desde aquellos de escala global, a los que dependen de la proximidad, en relación tanto a la generación como al disfrute del bien o servicio. Sin embargo un problema que se presenta en el análisis a escala local es el de obviar fenómenos interescales relevantes que se producen en la interacción entre los procesos urbanos, periurbanos y territoriales. Otro problema es la discrepancia entre la escala de los ecosistemas y sus servicios, y la de la toma de decisiones (Maes *et al*, 2011).

En general los indicadores utilizados en las investigaciones revisadas se basan en

---

<sup>8</sup> Sistemas de indicadores revisados: Evaluación de Ecosistemas del Milenio en España (EME, 2010), Evaluación Reino Unido (NEA, 2011), Evaluación Suiza (FOEN, 2011), TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2010), Indicadores de biodiversidad Unión Europea (EEA, 2012).

<sup>9</sup> Siguiendo la distinción explicitada por Maes (2011) entre capacidad (stock) de mantener un flujo constante de servicios, que indica la resiliencia del ecosistema, y flujo de servicios y beneficios que son los que recibe la población en determinado momento, y se expresa en uds. por periodo de tiempo.

datos cuya escala de agregación no permite el detalle requerido para el análisis periurbano. La aplicación a esta escala obliga a adaptar los indicadores, completar las bases de datos disponibles con trabajo de campo, o cuando es posible incluir estudios específicos como análisis de conectividad ecológica, inventarios de paisaje cultural, percepción de la ciudadanía, etc. Los indicadores se han definido de modo que la metodología de cálculo proporcione una estructura en la que poder incorporar más capas de información, complejizando así el resultado.

La representación final de los indicadores se realiza mediante una serie de mapas temáticos en los que se gradúa la prestación de los servicios. En ellos es posible identificar territorialmente desde las áreas más vulnerables a las más resilientes, al superponerlos se identificarán conflictos y posibles sinergias entre la prestación de los cuatro tipos de servicios ambientales.

### Definición de indicadores

Se han seleccionado una serie de indicadores de potencialidad de prestación de servicios, y se ha definido la metodología de cálculo y representación de los mismos. Su uso en los ámbitos concretos de los estudios de caso permitirá determinar los problemas de su aplicación y podrá obligar a su redefinición. La siguiente tabla resume los indicadores propuestos para los distintos servicios:

**Tabla 7.** Resumen de indicadores

	Servicio	Indicador	Referencia
Soporte	Conectividad ecológica	Fragmentación antrópica - IFU	Romano, B (2002,2010)
		Ecotonos conexión agrícola-forestal	PAEC (2013)
Regulación	Climática	Local. Cobertura arbórea-matorral (temper.)	EME (2010)
		Global. Absorción de CO <sub>2</sub> por ecosistema	OSE (2006) / JRC (2011)
	Hídrica	Calidad. Presión y vulnerabilidad acuíferos	SIA (2008) / JRC (2011)
		Cantidad. Capacidad de infiltración	JRC (2011)
	Morfosediment	Erosión	EME (2010) / JRC (2011)
Abastecimiento	Alimentos	Capacidad agrológica del suelo	
		Ecosistemas agrarios	EME (2010)
		Potencial producción agrícola	PAEC (2012)
Culturales	Identidad cultural	Elementos patrimoniales	EME (2010)
		Elementos recreativos	PEER (2011)
	Recreación	Oportunidad de acceso a patrimonio (gradiente): riqueza patrimonial + accesibilidad	PEER (2011)

### SERVICIOS DE SOPORTE: CONECTIVIDAD ECOLÓGICA.

El potencial de alojar biodiversidad se analiza con dos indicadores, el de áreas de ecotono entre ecosistemas agrícolas y forestales, y el "índice de fragmentación

antrópica”, que representa el grado de dispersión de la urbanización. En ninguno de ellos se hace un estudio específico sobre movilidad de especies, pues su objetivo es determinar la potencialidad de la estructura territorial y cómo la distribución y morfología de las coberturas territoriales pueden favorecer o dificultar la conectividad ecológica.

Estos indicadores permiten caracterizar el territorio en función de su potencialidad ecológica y del grado de urbanización de los suelos.

**Figura 11.** Densidad de urbanización de mayor a menor (izq-dcha).

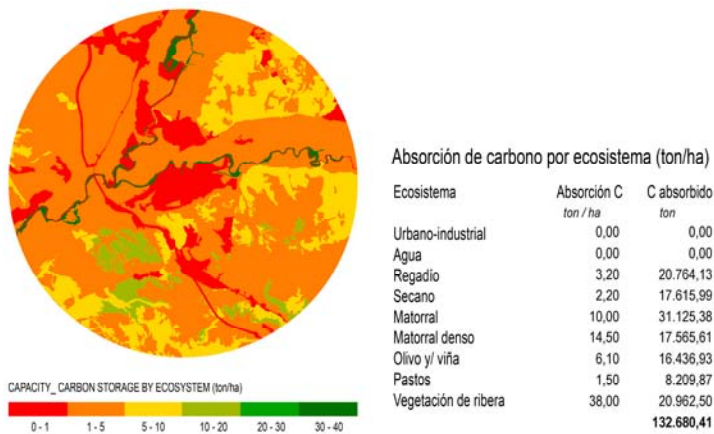


SERVICIOS DE REGULACIÓN: CLIMÁTICA, HÍDRICA

Se propone una serie de indicadores en los que se pueda comparar la potencialidad y del territorio y el flujo actual en los siguientes servicios de regulación:

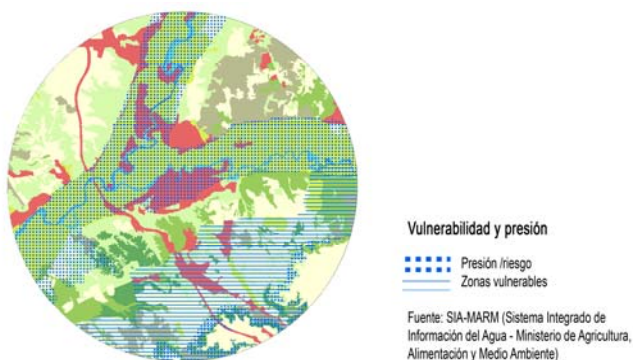
- **Cambio climático.** Absorción CO2 por ecosistemas (t/ha) – absorción y emisión totales área (t año)
- **Clima local.** Cobertura arbórea matorral (ha) – reducción temperatura (°C)
- **Calidad del agua.** Suelos vulnerables a filtración de nitratos (ha) – contaminación acuíferos subterráneos (>25 mg/l)
- **Cantidad de agua.** Capacidad filtración (mm) – agua almacenada (m³año)
- **Erosión.** Erosión potencial (t/ha) – tasa de erosión (t/ha año)

**Figura 12.** Clima. Capacidad de absorción de carbono según ecosistema

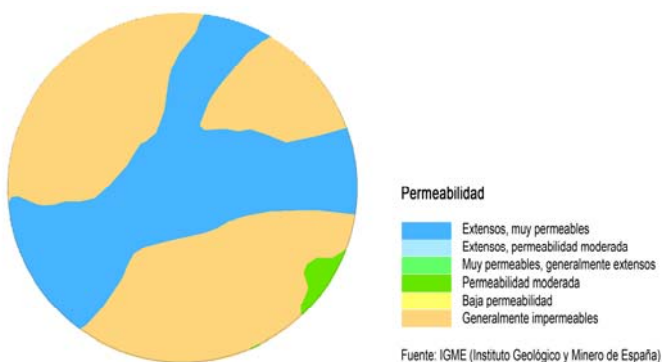




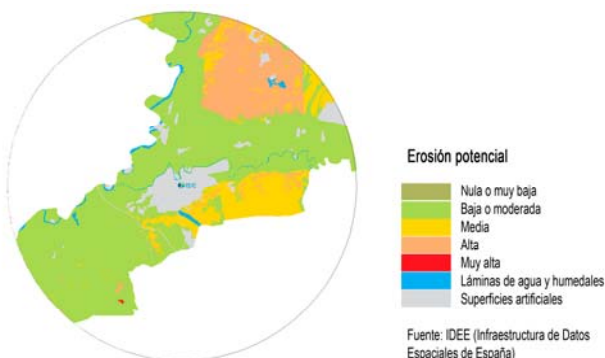
**Figura 13.** Calidad de agua. Vulnerabilidad por filtración de nitratos y aguas subterráneas bajo presión



**Figura 14.** Cantidad de agua. Capacidad de filtración (gradiente)



**Figura 15.** Erosión potencial

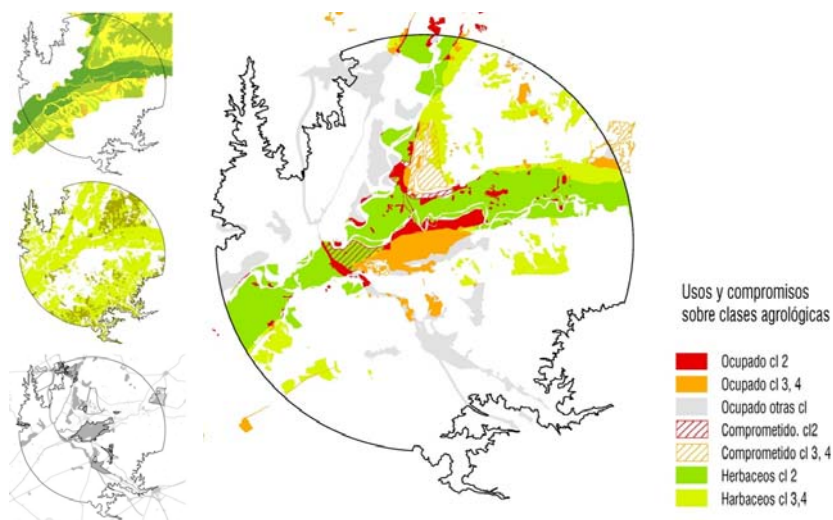


### SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO: ALIMENTOS

El indicador “potencialidad de producción alimentaria” se calcula sobre dos bases de datos, la de calidad agrológica del suelo (índice predefinido), y la de uso del suelo. En los casos en los que la capacidad agrológica del suelo no esté disponible puede ser necesario calcularla a partir de las bases edafológicas y climáticas existentes. En cuanto a los usos del suelo, se consideran cultivos y aprovechamientos actuales, en los que se distingue entre cultivos de huerta y herbáceos, y suelos abandonados<sup>10</sup>; además se identifican los suelos ocupados y los comprometidos por el planeamiento (suelos urbanos y urbanizables no desarrollados). De este modo se caracterizará el territorio en función de su potencialidad productiva y su uso actual y previsto.

Para profundizar en el análisis se propone la adaptación del indicador “Producción agraria por tipo de agroecosistema y tipo de cultivo” utilizado por EME (2010), indicador de flujo que se puede calcular en distintos escenarios de producción, y que al compararlo con el indicador anterior visibiliza el grado de explotación del suelo en relación a su potencialidad.

**Figura 16.** Cruce de clases agrológicas con la ocupación y compromisos del suelo



<sup>10</sup> La localización de los cultivos abandonados es posible por la comparación de las distintas series del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos, que corresponden a 1980-1990 y 2000-2010

### SERVICIOS CULTURALES: PATRIMONIO AGRARIO

El indicador de “oportunidad de acceso a espacios patrimoniales” se obtiene mediante el cruce entre el índice de intensidad patrimonial (determinado en función de las características culturales del territorio) y el de accesibilidad (determinado según distancia, pendiente y otros factores).

#### Ejemplo de adaptación de indicador a la escala periurbana

El indicador de “oportunidad de acceso a espacios patrimoniales” es una adaptación del definido por PEER (Maes *et al*, 2011) en relación a la “fruición”, en el que se compara la capacidad de provisión de servicios recreativos del territorio con su accesibilidad, con aplicaciones a escala europea y nacional.

El indicador original basaba el atractivo de los espacios en su grado de naturalidad, en nuestro caso lo relacionaremos con la integralidad del paisaje agrario. En cuanto a las características de los desplazamientos PEER analiza salidas de un día realizadas en coche, en nuestro caso se trata la accesibilidad a pie o en bicicleta en el ámbito periurbano.

La riqueza patrimonial se determina en función del valor cultural del territorio, que depende de la persistencia de estructuras y elementos históricos en el paisaje: infraestructuras agrarias, distribución parcelaria, patrimonio protegido, métodos de cultivo tradicionales... y de su consideración en el imaginario local (espacios identitarios, apropiados, etc), este último es un factor esencial, que se puede incorporar a partir de distintos métodos participativos, como encuestas y votaciones, entrevistas, grupos de discusión o mapas mentales.

El grado de accesibilidad (fig. 20), tomando como punto de partida el borde urbano, considera las distancias recorridas y las pendientes (estableciendo valores máximos no superables), y factores como el arbolado o la adecuación del viario, se excluyen del análisis autopistas y autovías por tratarse de recorridos a pie o en bicicleta, y se consideran criterios de confort en los recorridos: viario rodado o exclusivamente peatonal, arbolado o no, condiciones de mantenimiento...

Una aplicación interesante del indicador es su comparación con la proximidad al núcleo urbano (fig. 21), que puede detectar barreras en la red viaria, si se identifican áreas de interés, próximas pero con altos costes de accesibilidad.

Figura 17. Presencia de infraestructuras agrarias



Figura 18. Persistencia de estructuras y morfología territorial (ortofoto 1956-2005)



Figura 19. Presencia de patrimonio protegido

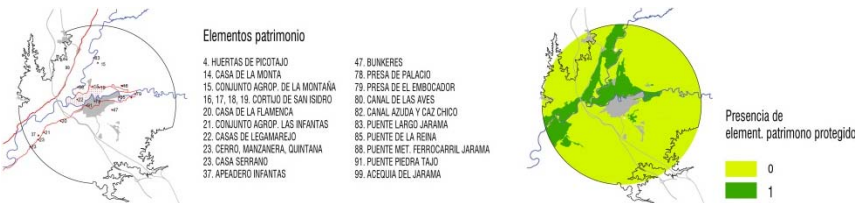
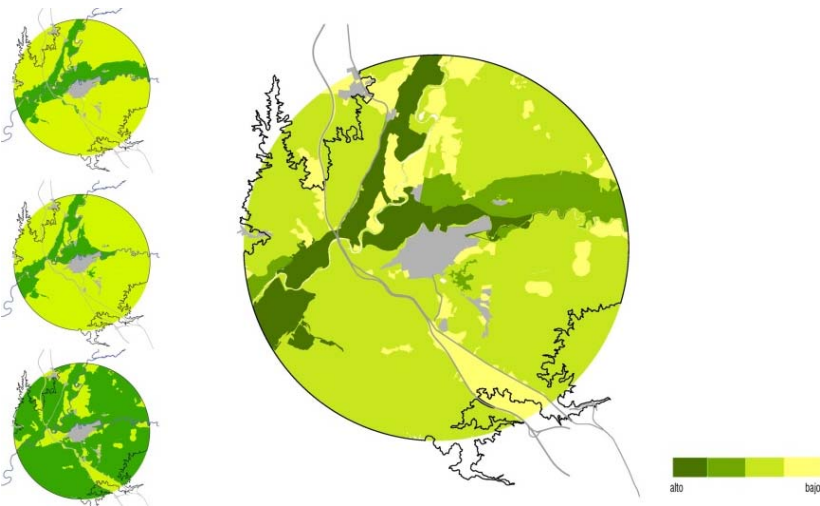
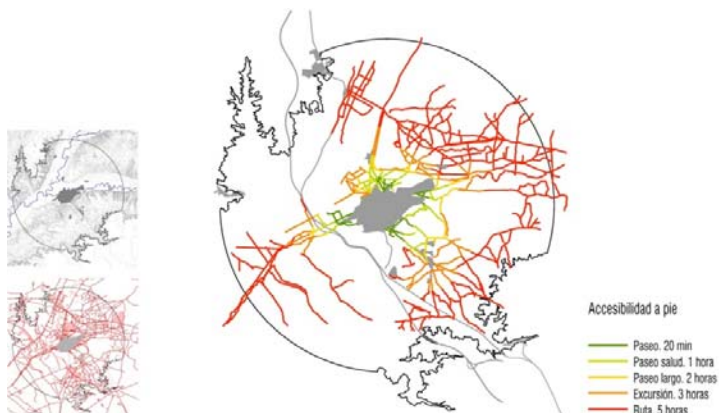
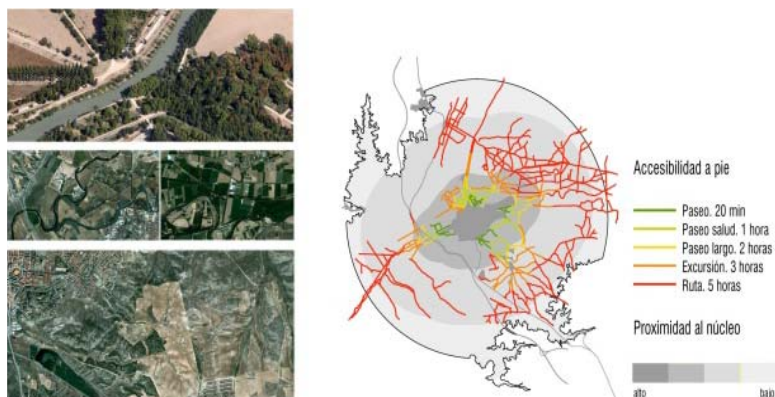


Figura 20. Potencial de acceso a espacios patrimoniales



**Figura 21.** Accesibilidad a pie**Figura 22.** Cruce accesibilidad - proximidad

El indicador se puede completar con un análisis de la localización de actividades tradicionales (fiestas, romerías, venta directa de productos de huerta...) e instalaciones recreativas o culturales (miradores, puntos de observación, centros de interpretación, museos, ermitas, bodegas...) que permita identificar las zonas con más potencialidad de representación cultural, y evaluar la idoneidad de la localización de las instalaciones existentes y previstas en relación a la capacidad del territorio.

## Referencias bibliográficas

BERNETTI, I; BOLOGNA, S; (2010) Trasformazioni dell'uso del suolo e frammentazione della matrice agroambientale, en Patto Città Campagna. Un progetto de bioregione urbana per la Toscana centrale. Alinea Editrice, Firenze.

COSTANZA, R. (2008). "Ecosystem services: multiple classification systems are needed." *Biological conservation* 120(4): 549-565

DOBBS, C; ESCOBEDO, FJ; ZIPPERER, WC; (2011) "A framework for developing urban forest ecosystem services and goods indicators". *Landscape and Urban Planning*, Volume 99, Issues 3–4, 15 March 2011, Pages 196–206

EEA; (2012) Streamlining European biodiversity indicators 2020: Building a future on lessons learnt from the SEBI 2010 process. EEA Technical Report, n°11/2012. Copenhagen.

EME; (2011) Evaluación de Ecosistemas del Milenio en España. Conservación de los Servicios de los Ecosistemas y la biodiversidad para el bienestar humano. Informe final. Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

MAES, J. *et al.*; (2011) A spatial assessment of ecosystem services in Europe: Methods, case studies and policy analysis – phase I. PEER Report N° 3. Ispra: Partnership for European Environmental Research, Italy.

NAREDO, J.M. (coord.), CARPINTERO, O., FRÍAS, J., GASCÓ, J.M., Y SAA, A. (2009) El agua virtual y la huella hidrológica de la Comunidad de Madrid, Madrid, CYII, Cuadernos I+D+i, n 5.

NEA (2011) The UK National Ecosystem Assessment: Synthesis of the Key Findings. UNEP-WCMC, Cambridge.

ODUM, E (1969) La estrategia de desarrollo de los ecosistemas. Versión castellana en Boletín CF+S <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n26/aeodu.html>

RIECHMANN, J (2007) Introducción al principio de precaución. En Ortega García JA, Navarrete Montoya A, Ferris i Tortajada J (eds.): El cáncer, una enfermedad prevenible. 1ª Ed. Murcia: FFIS.

ROMANO, B (2002) Evaluation of Urban Fragmentation in the Ecosystems. International Conference on Mountain Environment and Development (ICMED)

SIMON ROJO, M (2011). "Integrating periurban agrarian ecosystem services into spatial planning to cope with urban pressure" In Proceedings "Laufener Spezialbeiträge 2012" of the symposium by the WG Landscape Ecology in Practice (IALE-Europe)

TEEB (2010). The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations. Edited by Pushpam Kumar. Earthscan, London and Washington;

STAUB C; OTT W *et al.* (2011) Indicators for Ecosystem Goods and Services: Framework, methodology and recommendations for a welfare-related environmental reporting. Federal Office for the Environment, Bern. Environmental Studies n° 1102: 17s.





# Urbanism and periurban agrarian ecosystems

Second Revised Edition

**International Seminar. Assesment of PAEc-SP  
Project Outcomes. 12th November, 2012**



**Grupo de Investigación en Arquitectura, Urbanismo y Sostenibilidad (GIAU+S, UPM)**  
**Dpto. Urbanística y Ordenación del Territorio (DUyOT, UPM)**  
**Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid**

## CREDITS

### Urbanism and periurban agrarian ecosystems

2nd revised edition. September 2013

#### Authors

Marian Simón, Nerea Morán, Ana Zazo, Raquel Rodríguez

#### Translation

AEIOU traductores

#### Designed by

Nerea Morán

#### Edited by

MAIREA

ISBN: 978-84-940645-4-8

Legal deposit: M-36870-2012

#### Scientific Coordination

Fernando Roch, José Fariña, Marian Simón, Verónica Hernández.

#### Seminar keynote speakers

Burghard C. Meyer. University Leipzig  
Marta Pérez Soba. Univ. Wageningen  
Andrea Calori. Politecnico di Milano

#### PAEc-SP Team

GIAU+S, UPM. Fernando Roch Peña.  
Marian Simón, José Fariña, José Manuel Naredo. Mariano Vázquez, Álvaro Sevilla. Carlos Verdaguer. Nerea Morán. Ana Zazo. DUyOT, UPM. Luis Felipe Alonso Teixidor. Raquel Rodríguez. Enrique de la Villa. GI ECOLOGIA Y PAISAJE, UPM. Santiago González. Verónica Hernández. DIGA, UPM. Ana G. Uriel. Elena Pliego. UVA. Juan Luis de las Rivas. Ana Teresa López.

#### Web

<http://www2.aq.upm.es/Departamentos/Urbanismo/blogs/paec-sp/>

#### Financed by

Plan Nacional de Investigación I+D+i 2008-2012, Ministerio de Economía y Competitividad.  
Master Universitario en Planeamiento Urbano y Territorial, DUyOT, UPM

## TABLE OF CONTENTS

The PAEc Project .....	1
Research approach	
Specific objectives	
Spanish medium-sized inland cities.....	3
Urban model characteristics	
Pressure on peri-urban agricultural areas	
Peri-urban agricultural areas in urban planning.....	11
Urban planning system in Spain	
Agricultural land in planning decisions	
New approaches to peri-urban agricultural ecosystems .....	16
Categories of ecosystems in peri-urban areas	
Geographically defining ecosystems	
Model for geographically defining ecosystems	
Additional variables	
Types of ecosystem services .....	21
Indicators .....	23
Criteria for selecting indicators	
Defining indicators	
Example of indicator adaption to a peri-urban scale	
Bibliographic references .....	31

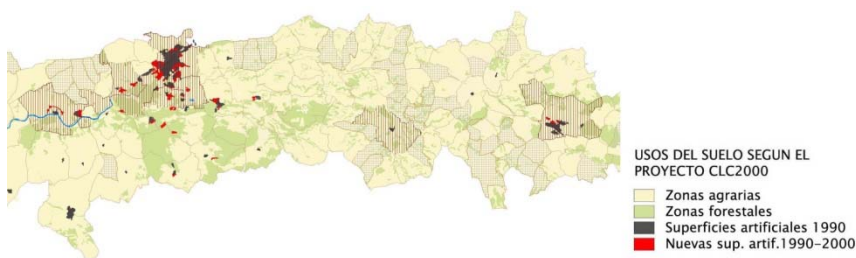
## The PAEc Project

This paper presents the results from the initial phase of the R+D project "Periurban Agrarian ECosystems in Spatial Planning - PAEc-SP". The project was funded through the MICINN (Spanish Ministry of Science and Innovation) Subprogram's 2011 Call for Basic Non-Oriented Research Projects. The project spans from January 2012 to December 2014.

## Research approach

The pressures of urbanization are concentrated on peri-urban spaces<sup>1</sup>. In the majority of cases the pressure intensifies in agricultural areas. Its transformation translates into the irreversible loss of strategically valuable land that provides a complex network of services: supporting, biodiversity, provisioning, regulating and cultural. Proper consideration and communication of this multifunctionality would bring about a better perception of what these ecosystems provide and of the vital role played by farmers, shepherds and ranchers. To do so it's necessary to understand how urban spaces use rural land as well as the interaction between peri-urban agricultural activities and the city. The precautionary principle should prevail in decisions about any possible transformation of agricultural ecosystems (Riechmann, 2007).

**Image 1.** Concentration of artificial uses in the periurban areas of cities. Valladolid and Douro Corridor 2000-2006



Source: SIMON ROJO, 2011, based on CLC data exploitation.

<sup>1</sup> For example, we examined an area of 3,000 km<sup>2</sup> in the middle of the Duero Valley, the 68 % of artificial-urban land was concentrated in a radius of 30 km around Valladolid, the only city with more than 50,000 inhabitants. The 90% of new urban land developed between 1990 and 2000 and between 2000 and 2006 was also concentrated in this 30 km area (SIMON ROJO, 2011).

The planning process must be redirected to make this shift in focus possible, covering gaps in knowledge and the mechanisms for the interaction between the visions of different experts and opening channels of communication with the population and local authorities. For this purpose, the research adapts the existing knowledge to the reality of medium-sized, inland cities with an agricultural tradition. Its application would help stimulate the peri-urban agricultural sector and could be turned into a driving force for innovation for said cities.

On this basis the research deals with the integration of peri-urban agricultural ecosystems in urban planning, with the aim of improving both the quality of life and welfare of the population as well to address biodiversity loss. It's assumed that its application provides an opportunity to better position the cities and their surrounding areas to deal with climate change, decreasing their dependence on fossil fuels and increasing their resilience.

### Specific objectives

- Identify the relationship between the ecosystem's types of goods and services and the peri-urban agricultural areas.
- Develop a methodology to identify the interactions between urban development models and peri-urban agricultural areas.
- Establish a system of indicators and graphic representation methods to understand and communicate the impact on welfare and on biodiversity promotion of the above mentioned relationships.
- Develop a practical tool to evaluate the agricultural ecosystem services oriented towards management and decision making on land use in urban planning.
- Define a proposed methodology to incorporate ecosystem goods and services approach in the urban planning process.

## Spanish medium-sized inland cities

Research focused on the peri-urban areas of medium-sized inland cities with an agrarian tradition. Connect with the past, reevaluating it as an identifying and revitalizing factor in local economies, offers the possibility of transforming the agricultural sector into a motor for innovate processes in food strategies that are more consistent with available resources. Inland cities with a population between 50,000 and 325,000 inhabitants were analyzed to explore this potential and understand the relationship between urban-land models and agricultural ecosystem services. Cities located within a metropolitan area (Madrid) were excluded due to the dynamics that these cities experience on account of their proximity to a large city. The study sample applying these criteria included 29 cities. The physical urban structure, use and population distribution and the relationship between the central and peripheral area were analyzed to distinguish different types of city models. Once the group was characterized an in-depth study was carried out on three specific cities: Aranjuez, Ciudad Real and Valladolid.

### THE PERI-URBAN AREA

Given the lack of agreement on a common conceptual and analytical framework that would set a precise definition of the term and a method of geographically defining peri-urban areas the peri-urban concept is generally used in a general sense for an imprecise urban area.

The first attempt to geographically define peri-urban areas was done by the Organization for Cooperation and Economic Development (OECD) in 1979, who from a regional and population approach defined a peri-urban area as one with a radius of 20 km around cities with a population of more than 200,000 inhabitants, a radius of 15 km around cities with a population of 100,000 - 200,000 and a radius of 10 km around cities with a population of 50,000 - 100,000 (OCDE, 1979). Many different definitions suggested since have failed to provide a way to geographically define these areas.

The specific characteristics given to peri-urban areas are poorly-defined boundaries, both in terms of diffuse urban space as well as imprecise rural areas, its dynamism, the heterogeneity of uses and regional, environmental and social precariousness experienced on the periphery of urban centers.

## Urban model characteristics

The difference between two types of growth and territorial context was defined based on CLC06 surface area data and coverage, and available ortophotographs:

- Growth model: compact or sprawl. Urban sprawl is most common and found in 22 of the 29 cities. Urban or industrial uses—mineral extraction, dumping, or small industrial parks—can exist outside the cities classified as compact, but no significant expansion has been detected.
- Peri-urban area: agricultural or forested areas, as the land surface area dedicated to one use or another exceeds 2/3 of the total. Mixed areas are considered those with a higher balance between agricultural and forested areas.

**Table 1.** Summary table of growth models in analysed cities

	AGRICULTURE (more than 2/3)	MIX	FOREST (more than 2/3)
SPRAWL	Albacete Alcalá de Henares Badajoz Ciudad Real Guadalajara León, Logroño Mérida, Palencia Salamanca Valdemoro Valladolid	Aranjuez (A60%-F28%) Arganda del Rey (A56% - F27%) Pamplona (A53% - F39%) Ponferrada (A39%-F52%) Puertollano (A58%-F33%) Segovia (A52%-F43%) Talavera (A51%- F41%) Teruel (A46%-F50%) Toledo (A54%-F31%)	Collado Villalba
COMPACT	Burgos Huesca Zamora	Cuenca (A46% - F51%) Soria (A50%-F46%)	Ávila Cáceres

Source: elaborated by the authors, based on Corine Land Cover database

The selected cities with urban sprawl can be mainly defined as monocentric and radial, with a discontinuous occupation of peri-urban land and served by road infrastructure. In some cases the urban sprawl absorbs other cities creating a continual urban area that exceeds municipal boundaries (Ciudad Real, Puertollano, other cities in Madrid...), however, no conurbation processes were detected, being Valladolid, the most populated city in the analyzed group, the only exception.

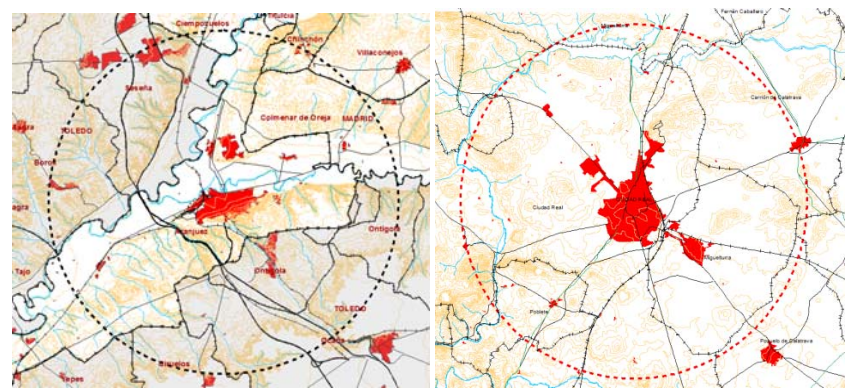
The growth model becomes more complex in the cities closer to the capital due to the influence of Madrid's metropolitan area, which has exceeded regional boundaries (extending to Guadalajara, for example).

Urban sprawl can be divided into two broad categories: services and residential. Four of the analyzed cities (Logroño, Valdemoro, Arganda and Ponferrada) show essentially industrial growth, in eight cities growth has been purely residential, and the remaining ten exhibit both.

**Table 2.** Number of municipalities, villages and inhabitants

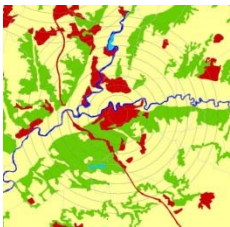

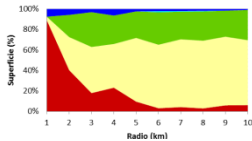
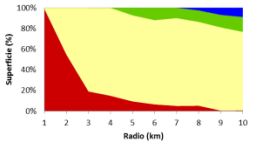
	Aranjuez	Ciudad Real
	(8)	(6)
Included municipalities:	Aranjuez, Bórox, Seseña, Ontígola, Ocaña, Colmenar de Oreja, Chinchón y Villaconejos	Ciudad Real, Miguelturra, Poblete, Carrión de Calatrava, Picón y Pozuelo de Calatrava
Villages	9	7
Population Main Municipality	55.755 Inhabitants	74.798 Inhabitants
Population All Municipalities:	109.691 Inhabitants	98.202 Inhabitants
Population Ambit	55.673 Inhabitants	94.296 Inhabitants

**Images 2 & 3.** Scope of analysis and administrative boundary in Aranjuez and Ciudad Real



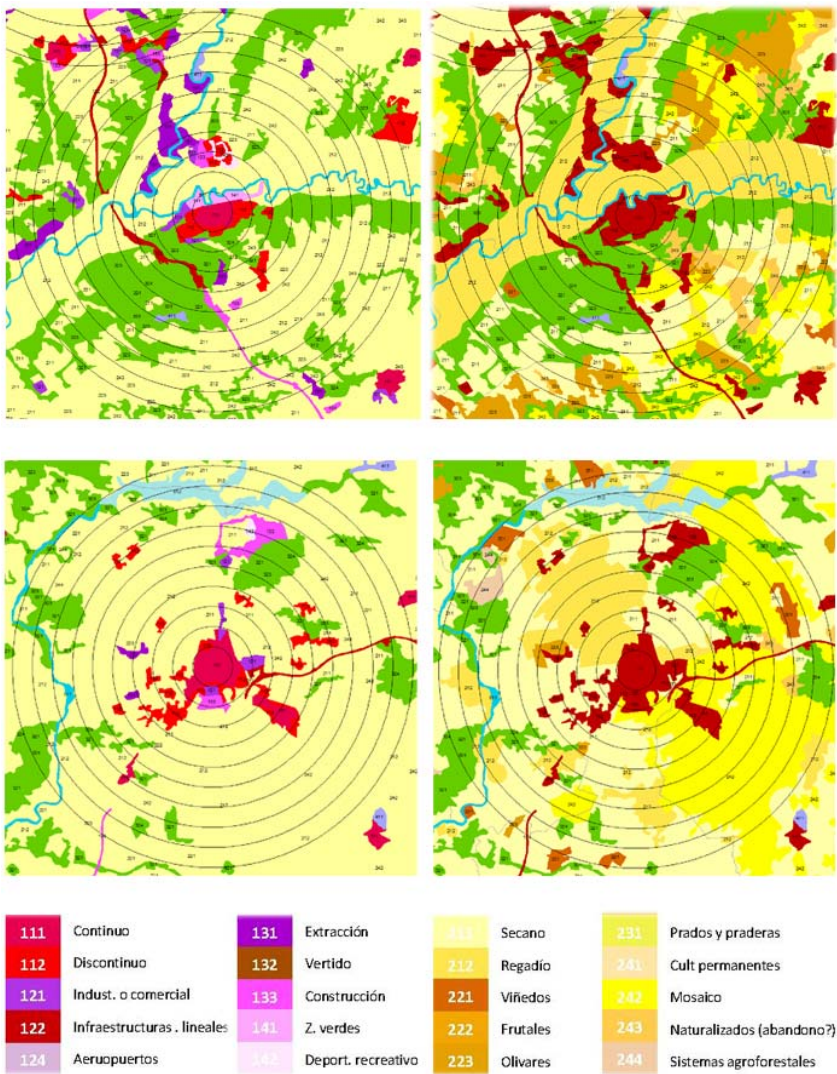


**Table 3.** Aranjuez and Ciudad Real land cover

	Aranjuez	Ciudad Real
Urban Model	Sprawl (forms part of the polycentric regional structure of Madrid, Southern Corridor). Lineal growth due to geographic barriers and administrative limits	Monocentric radial sprawl
Area	Agriculture-Forest Mix	Agriculture
Scattered use	N: residential + golf. Mineral extraction, mainly riverside to the north-west of the center. Some NW-SE industrial areas: road infrastructure	Residential urbanization spread throughout the entire vicinity. N: golf complexes. SE: urbanization continues until it meets the town of Miguelturna. S: road infrastructure W: mineral extraction
Agricultural systems	Irrigated land dominates the riverside. Areas of dryland. S and NE: olive groves E: areas of crop patchworks SE: agricultural abandonment	Predominantly dryland W: large area of crop patchwork NE: small areas S: irrigation Small areas of vineyards, orchards, olive groves or abandonment.
CLC06		
Land cover %		

Source: elaborated by the authors, based on Corine Land Cover database

**Image 4.** Aranjuez and Ciudad Real Land cover, level 5 CLC06



Source: elaborated by the authors, based on Corine Land Cover database

### Pressure on peri-urban agricultural areas

The research was based on the hypothesis that urban pressure is greatest at agricultural spaces, which translates into processes of abandonment. Analyzed with the CLC database (thus the use of its terminology) the changes experimented in the 29 selected inland cities conclude that the dynamics overlap and are not homogenous.

By 2006 Agricultural land occupied 60% of the surface area in the peri-urban area (10 km radius) of the group of analyzed cities.

- From 1990 to 2000 the greatest changes in agricultural land resulted from changes from one type of main crop or cover crop to another. Eighty-three percent of agricultural land that was lost was transformed into artificial-urban land, while the remaining 17% is now considered forest or semi-natural area. At the same time, at the cost of forest or semi-natural areas the surface area dedicated to crops increased in a third of the cities.
- From 1990 to 2000 65% of new urban-industrial uses were developed on agricultural land. The impact these developments have had on forest and semi-natural land is by no means negligible: in 45% of the cities the developed land implicates a higher use of forest and semi-natural land than agricultural land. Altogether the loss of forest or semi-natural land was greater than the loss of agricultural land.
- The pressure that was concentrated on agricultural land between 2000 and 2006 was three times higher in absolute numbers than that on forest and semi-natural land. Ninety-nine percent of agricultural land that was lost was transformed into artificial-urban areas (it is likely that it will not be possible to detect new "renaturalization" processes over this period of time.)

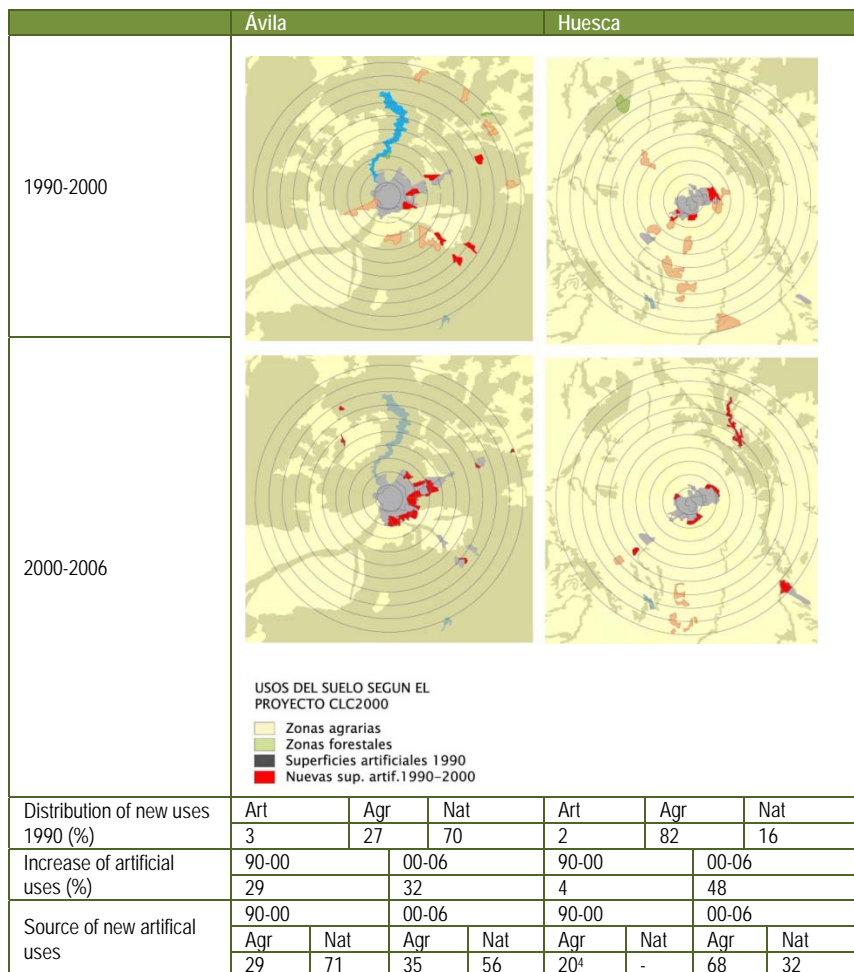
**Table 4.** Land use changes 1990-2000 and 2000-2006

	Pamplona			Albacete				
1990-2000								
2000-2006								
<div>USOS DEL SUELO SEGUN EL PROYECTO CLC2000</div> <div><div></div> Zonas agrarias</div> <div><div></div> Zonas forestales</div> <div><div></div> Superficies artificiales 1990</div> <div><div></div> Nuevas sup. artif.1990-2000</div>								
Distribution of new uses 1990 (%)	Art	Agr		Nat	Art	Agr		Nat
	11	65		24	9	89		2
Increase of artifical uses (%)	90-00		00-06		90-00		00-06	
	36		7		15		7	
Source of new artifical uses	90-00		00-06		90-00		00-06	
	Agr	Nat	Agr	Nat	Agr	Nat	Agr	Nat
	83 <sup>2</sup>	-	70 <sup>3</sup>	-	88	13	100	-

Source: elaborated by the authors, based on Corine Land Cover database

<sup>2</sup> The rest, up to 100% is obtained for artificial land transformations

<sup>3</sup> The rest, up to 100% is obtained for artificial land transformations



Source: elaborated by the authors, based on the database of Corine Land Cover

We refer both to independent developments and widespread transformations of plots inside areas that have agricultural activity when we speak of the threat that residential suburbanization processes have on peri-urban agricultural areas. In 15 of the 29 cities low-density residential urbanization made up more than a third of developed land, in 12

<sup>4</sup> The rest, up to 100% is obtained for artificial land transformations

cities developments linked to golf clubs have emerged, and in eight of the cities sprawl only corresponds to residential developments (Badajoz, Ciudad Real, Mérida, Salamanca, Segovia, Talavera, Collado, Villalba, and Teruel).

Service, commercial or industrial uses follow residential use of peri-urban land. Finally, transportation infrastructures are one of the elements that have the greatest impact on peri-urban agricultural spaces as they facilitate urban sprawl; the turnarounds, intersections and ring roads also fragment the land, impeding cultivation and leading to the abandonment of the crops that are then somehow considered part of the urban area. Airports and high-speed train lines are also consistently present in analyzed areas, even in very small towns.

### Peri-urban agricultural areas in urban planning

In their 2010 report "Options for an EU vision and target for biodiversity beyond 2010" the European Commission argued that spatial planning and regional development not included in the Natura 2000 network should be more in line with the significant services that agricultural and semi-natural ecosystems can provide (Maes & Cols., 2011:7). It was therefore suggested that ecosystem services focus be applied to agricultural areas that normally are not protected for their natural value, even when they should be protected for the services that they provide urban society. The result would allow a bridge to be drawn between the national policies of the European Union: biodiversity, agriculture, rural development, etc.

To understand how these principles can be applied to the analyzed cities it is necessary to briefly describe the structure of Spain's urban planning system.

### Urban planning system in Spain

The urban planning system in Spain has been divided into three hierarchical levels since the passing of the first Land Law in 1956:

- Regional planning, whose scope is always greater than at the municipal level and aims to define the main courses of action either in national issues (coasts, highways, road networks, tourism, etc.) or in general within the entire region it attempts to organize.
- General planning, used at a municipal level. These documents should comply with the regional planning decisions and are the instrument through which the future use of the land (developed or preserved through its land classification), the permitted uses and the building conditions, if applicable (land qualification), will be defined.

- Development planning, which deals with certain pockets of land that are geographically defined in general planning. It should meet the conditions of the general planning decisions and its main objective is to define the specific conditions with which the execution of the scheduled development must comply.

The responsibility for urban planning is exclusively regional since the Constitutional Court Judgment 61/1997 of 20 March 1996. This means that each of the autonomous regions in Spain is able to legislate its own urban planning and therefore set the conditions to be met by the various planning figures for its definitive approval.

The autonomous communities are also in charge of regional spatial planning except in special cases like national interest infrastructures, general interest ports, coasts...

### Agricultural land in planning decisions

The instruments used for policy making and spatial planning and/or management were analyzed for each case study, differentiating those that are binding (different forms of environmental protection and their respective management plans like the Natural Resources Management Plan or the Use and Management Master Plan, planning documents, either General Plans, Subsidiary Regulations or Urban Land Definitions, or those from spatial planning) from other types of instruments that could influence the way the peri-urban agricultural land is used, like Agenda 21, Landscape Charters, Local Food Strategies, Rural Development Plans, etc. Given the indefinite duration of these binding instruments it is particularly important to note the implementation schedule, as well as the legislative text that served as its framework, thus making it possible for the general priorities of regional management to be contextualized in each instrument. Another issue of great interest is the analysis of the coordination of all available instruments.

The following aspects were analyzed for each case:

- **Rural-urban relationships.** Recognizing the agricultural land pressures and potential derived from the rural-urban relationship in each instrument.
- **Proposal model.** Role of agricultural activities within the city's model and the role-treatment of peri-urban agricultural land.
- **Urban-planning tools.** Urban or regulatory instruments on peri-urban agriculture specific to general planning: land classification and categories of



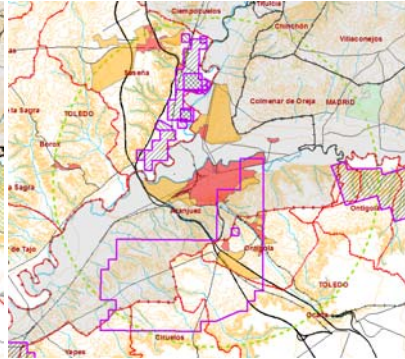
undeveloped land with particular attention to the treatment of peri-urban agricultural land.

- Regulation of the uses and activities on undeveloped land, with particular attention to those that affect peri-urban agricultural land.
  - Relationship between urban growth and infrastructure development (direction, location) and the land's value (agricultural capacity, climate, biodiversity, erosion, etc.).
- Treatment of Ecosystem services. How the plan treats the ecosystem's goods and services, indicating when applicable proposed measures to promote them.
  - **Degree of plan development.** Plan development and possible land to recuperate as peri-urban agricultural

**Figura 6.** Aranjuez. Natura 2000 network designations



**Figura 7.** Aranjuez. Delimitation of mineral extractions in asset and licensing process



Source: elaborated by the authors

#### THE OUTSKIRTS OF ARANJUEZ: ONE REGION, TWO COMMUNITIES.

The river basin in both Madrid and Castile-La Mancha is protected by a SPA designation. The criteria used by either city was quite different in spite of being given the same protective designation: while Madrid opted to protect the entire river basin Castile-La Mancha chose to limit the protection to almost just the river itself. The different vision of regional management is reflected not only on an autonomous level but on a municipal level as well as an indirect consequence of the absence of regional planning. Although the entire river basin was classified by the four municipalities as protected undeveloped land, the reasons for its protection and the unequal regulation of its use promotes the start up of certain activities, such as gravel pits. The pressure exerted on agricultural land is significant even in municipalities like Aranjuez where river basin protection is relatively strict, including the historical groves declared as world heritage by the UNESCO. With urban classification orchard's abandoned land is starting to be replaced by horse stables, golf courses, facilities, etc.

**Table 5:** Agricultural land protection in development planning

Municipality	River basin classification	Definition. Purpose	Use regulation
Aranjuez	Edaphology protection	The aim of the protection is not so much the maintenance and promotion of current forest/agricultural production but rather the conservation of long-term production capacity (art. 4.4.6 of the UN)	Crops, pastures and meadows and linked facilities (own uses). Low density leisure and recreational facilities on open air Infrastructures (compatible uses)
Seseña	Agricultural and Farming Production	Specially protected undeveloped land is the area with agricultural irrigation suitability in Vega del Jarama, generally between the Jarama's Real Acequia and the river (art. 9.4.1 of the UN)	Agricultural and livestock production. Defense and improvement of the natural environment (characteristics); Mineral extractions, Infrastructures, Public interest, Rural homes
Bórox	Particularly protected	Preserve the best agricultural land from any urban development activity that could cause future damage to the area (art. 81 of the UN)	Prohibits construction and facilities unrelated to agricultural activity
Colmenar de Oreja	Particularly protected	Because of its exceptional agricultural, forest or livestock value, of the potential for exploitation of natural resources, of scenic, historical, cultural value or to protect flora and fauna and the ecological balance (Article 8.1.2 of the UN)	Prohibits construction and facilities unrelated to agricultural activity or to public works' implementation, maintenance and services. Prohibits all types and uses of housing.

Source: elaborated by the authors

## New approaches to peri-urban agricultural ecosystems

The investigation seeks to determine whether the ecosystem services approach can be useful for the conservation and dynamisation of peri-urban agricultural spaces when applied to spatial planning through urban and regional instruments. The reassessment of agricultural spaces is geared not only to facilitate their preservation but to favor better performance as well, increasing and giving visibility to the benefits that these spaces provide the entire population.

This paper proposes a methodology of ecosystem services analysis and assessment applied to peri-urban agricultural ecosystems. As discussed below, first a typology of peri-urban ecosystems is established, the most relevant services are selected and a series of indicators are developed. Then the structure and performance of the agricultural spaces are analyzed through their application to the case studies and the possibility of improving the provision of services is evaluated. Planning instruments are analyzed in the following phase in order to explore the possibilities of integrating agricultural spaces in spatial planning from an ecosystem services approach, improving their performance and interaction with other ecosystems in such a way that they can provide better services.

## Categories of ecosystems in peri-urban areas

A preliminar categorization of ecosystems to be applied in the research is based on Odum's postulates, which distinguish, following criteria of ecological succession and energy and material cycles, between young ecosystems (where the benefit is production, growth and quantity) and mature ecosystems (where the benefit is protection, stability and quality). Urban-industrial ecosystems are also considered (urbanized areas, those degraded by mineral extraction and dump sites, and those affected by urban expansion).

Quite often ecosystem boundaries are wide and give rise to mixed areas, very interesting in terms of biodiversity potential. Underused areas, abandoned fields, ruderal land and other degraded areas will be classified as productive or protective ecosystems depending on the area's characteristics and location.

These latter spaces overlap to the former categories, and have been called transitional spaces, which include urban-industrial areas like gravel pits that have been shut down and are in the process of restoration as well as those "waiting" spaces: productive or protective spaces that have an approved plan that provides for its transformation. Examples of such situations are found in the areas approved for mineral extraction or land classified for urban development in the current land use plan,

Thus there are differences between:

- Productive ecosystems
- Protective or mature ecosystems
- Urban-industrial ecosystems
- Others: transitional

**Table 6.** Relations between ecosystems<sup>5</sup> and the categories of CLC and the map of harvests and crops

	PAEc		Crops and harvest map	CLC
Urban industrial <sup>6</sup>	Urban land	Continuous	Unproductive	1.1.1 Continuous urban fabric
		Discontinuous		1.1.2 Discontinuous urban fabric
	Industrial and commercial			1.2.1 Industrial or commercial units
	Infrastructures			1.2.2. Road and rail networks and associated land 1.2.3. Airports
	Mineral extraction and dumping			1.3.1. Mineral extraction sites 1.3.2. Dumps sites
	Artificial, non-agricultural "green zones"			1.4.1. Green Urban Areas 1.4.2. Sport and leisure facilities
Productive	Dryland (industrial)	farming	Arable crops: Labor intensive	2.1.1. Non-irrigated arable land
	Dryland (extensive)	farming	Arable crops: Labor extensive	2.1.1. Non-irrigated arable land
	Garden		Arable crops: garden	2.1.2 Permanently irrigated land
	Irrigation		Arable crops: Irrigated, irrigated rotating crops, irrigation transformation	2.1.2 Permanently irrigated land
	Under plastic		Forced crops	
	Orchards		Woody crops: citric, fruit	2.2.2 Fruit trees and berry plantations
	Dryland vineyard and/or olive grove		Woody crops: olive grove, vineyard	2.2.1 Vineyards
	Irrigated vineyard and/or olive grove			
	Other woody crops			

<sup>5</sup> As the specific subject of the research, agricultural ecosystems are considered in greater detail. The category 2.4. Heterogeneous agricultural areas is not applied in the first assignation of values. Because of the scale of analysis it is decided not to lose the more detailed information of the Map of harvests and crops.

<sup>6</sup> Las zonas que aparecían en construcción en el CLC de 2006, así como aquellas que se encuentren en construcción en la actualidad, se adscriben a la categoría correspondiente según su destino final

	Pastures	Meadows	2.3.1. Pastures
Protective	Natural grasslands and meadows and Shrubs to pastures	Pastures, High mountain pastures, natural meadows	3.2.1 Natural grasslands 3.2.2 Moors and heathland 3.2.3 Sclerophyllous vegetation
	Shrubs and bushes	Shrub, Juniper, Sandarac tree, Kermes oak, Portuguese oak	3.2.2 Moors and heathland 3.2.4 Transitional woodland-shrub 3.1.2.2. Juniper fields <sup>8</sup>
	Gallery forest (riparian veg.)	Gallery forest. Poplar	
	Forest	Broadleaf, conifer	3.1. Forests
	Humedales		4.1. Inland wetlands
	Surface water	Improductive-water	5.1.2 Water bodies

## Geographically defining ecosystems

The research focuses on Spanish medium-sized inland cities. Taking into account the limited economic resources a methodology that uses public and accessible information is being developed. The proposed geographic ecosystem definition is based on the systematic use of free spatial databases and this aims to facilitate the subsequent application of the methodology and developed tools.

The maps used are:

- SIOSE Map
- Corine Land Cover Map
- Harvests and crops map
- PNOA (Spanish National Plan for Aerial Orthophotography)
- Land classification maps from the current land use plan
- Protected natural areas map
- Priority habitats map
- Slope map
- Soil map
- Mining registry map

<sup>7</sup> Detailed information available in CLC level 5 in Spain

<sup>8</sup> Detailed information available in CLC level 5 in Spain

### Model for geographically defining ecosystems

One of the investigation's objectives is to systemize the process of geographically defining ecosystems by applying a GIS model, using the information available on special databases.

The model enables the reclassification of land cells, allows zones with ecosystems to be identified and keeps information on agricultural plots.

The assignation of a land cell to one ecosystem or another is done through an iterative process that the model performs automatically. SIOSE, Corine Land Cover and the Harvests and Crops maps are considered basic maps due to the fact that they are the only maps that cover all the land to study. Those cells where the values in CLC and map of Crops coincide, are automatically assigned the corresponding ecosystem value. The image 8 shows an example of the code equivalency between maps. In terms of urban-industrial areas the Corine map establishes various subcategories, while the Crops map only refers to unproductive land. As a result the Corine Land Cover value is kept.



**Image 8:** first coincidence of values between CLC and harvest/crops Map. Aranjuez

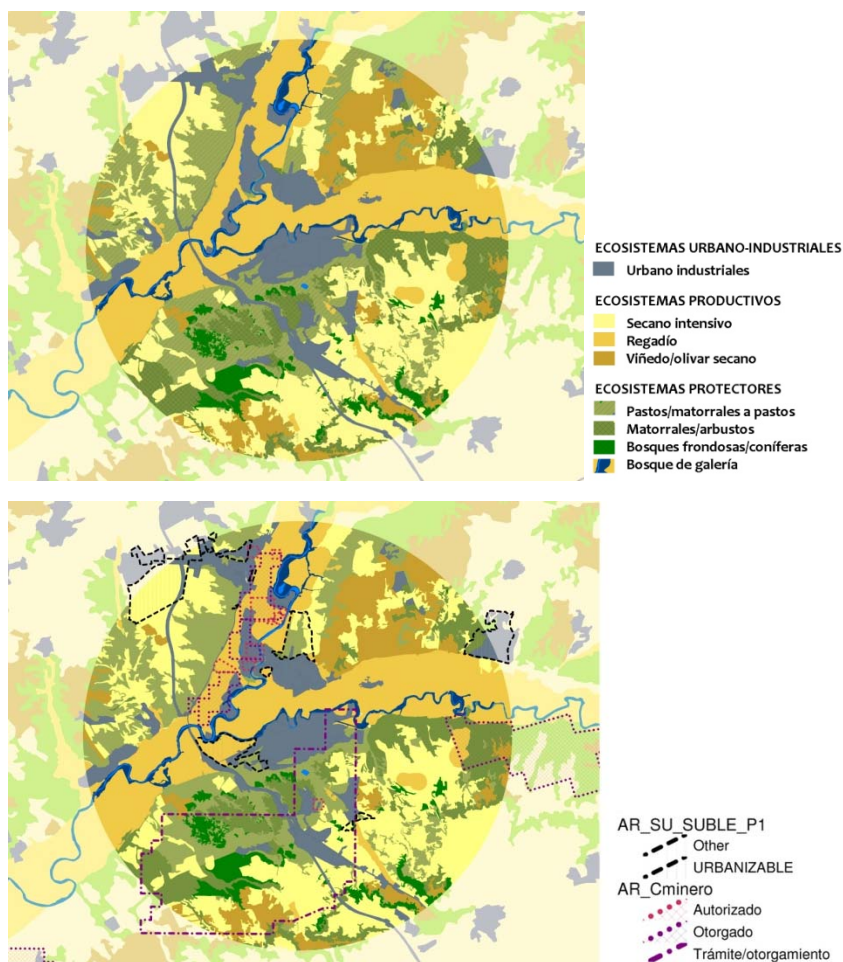
The arable crops subcategory of the Crops map is kept for productive ecosystems, because differentiating labor intensive crops from labor extensive and garden crops is of great interest for research purposes.

In case of discrepancies between the maps a model protocol is being developed that will assign a priority value according to the reliability of the source layer, as explained in the box.

The resulting map must necessarily be updated by comparing it with the current situation, particularly in terms of the activity on land changes in developing land. Image 4 shows an example of the result of ecosystem geographical identification, in which the transitional areas are overlapped.



**Image 9:** Proposal of ecosystems demarcation in Aranjuez



Source: elaborated by the authors

### Additional variables

As Odum (1969) noted, agricultural spaces are ecosystems in which human intervention blocks the ecological succession that will lead it to reach a mature state. It is intentionally kept in a young state, in development, with the aim of "reaching the land's maximum production, developing and maintaining ecosystems in their initial stages".

Human intervention in agricultural ecosystems is decisive and cannot be understood

apart from social practices. As a result the research takes into account a series of social, operative, productive and structural values including ownership, distribution of means of production and the business system, farm and production size, business type (main or supplementary), product destination, use of inputs and fertilizers, and degree of mechanization. However, the majority of data is available at a municipal scale and cannot be located on the maps and is thus considered additional variables.

## Types of ecosystem services

Once the types of ecosystems are defined they are analyzed and evaluated by applying the principles of ecosystem services. The following terms have been adopted:

- **Ecosystem** is a unit of biological organization together with the humans, animals, plants and microorganisms that interact with their physical surroundings and establish energy and material flows. Ecosystems are characterized by their composition, structure, relationships and function.
- **Ecosystem services** are those activities or goods generated by an ecosystem that meet human needs and contribute to society's welfare.
- **Ecosystem benefits** are understood as the impact of ecosystem services on meeting needs. All of society will not necessarily benefit equally from the services that ecosystems provide.

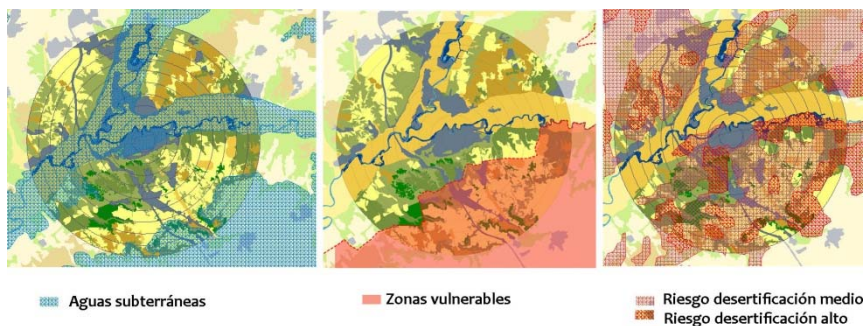
The four basic MEA (Millennium Ecosystem Assessment) categories are kept: regulating, provisioning, cultural or supporting services. The most relevant services of peri-urban agricultural spaces were selected from among the specific services detailed in these categories; some specific services were also included for locations on the border of urban areas. The assessment of the agricultural ecosystems will be done taking the following services into account:

- Regulating services. At the border of urban residential areas these are climate regulation and air quality services.
- Provisioning services: food supply.
- Cultural services: identity.
- Supporting services: maintain biodiversity and erosion control.

In terms of agricultural spaces the negative impact associated with certain farming systems cannot go unmentioned; these systems transform agricultural spaces into sources of negative impact to a range of services: regulating services (overuse of water, water and soil contamination, soil structure and fertility (nutrient recycling); supporting

services (deforestation, biodiversity loss, erosion) and cultural services (abandonment or loss of traditional practices). Image 10 shows the identification of areas of potential negative impacts related to desertification and water overuse.

**Image 10.** Aranjuez. Identificación of agrarian areas potentially generating negative impacts.



## Indicators

### Criteria for selecting indicators

By defining indicators we aim to offer the planner information that will allow him/her to understand the land's capacity and vulnerability so that his/her intervention will take into account the current and potential functions of peri-urban agricultural spaces.

To that end we have established specific criteria to define indicators so that the selection of services to study is limited to those that are provided by agricultural ecosystems, are located in peri-urban areas, can be mapped and whose regulation can be affected by urban planning.

The systems used in various studies on peri-urban agricultural spaces and ecosystem services assessments at both a national and European level<sup>9</sup> have been revised to define the indicators. Faced with a full repertoire of indices and indicators that characterize all the existing services, the selection of a limited number of indicators that adhere to the established premises was made.

The defined indicators represent the potential to provide the service and not the current flow of services; this is due to difficulty in obtaining data. In any case urban planning should manage land resources according to the urban system functions, so potential approach is useful.<sup>10</sup>

Ecosystem services can be classified according to their spatial characteristics (Costanza, 2008), from those on a global scale to those that depend on proximity in relation both to the generation and use of the good or service. However, local analysis presents the problem of ignoring relevant cross-scale phenomena that are produced in the interaction between urban, peri-urban and regional processes. Another issue is the discrepancy between the ecosystem and their services scale, and those of policy and decision-making (Maes *et al*, 2011).

Overall the indicators used in the reviewed research are based on data whose aggregation scale does not allow for detail required for peri-urban analysis. The

---

<sup>9</sup> Analyzed indicator systems: Millennium Ecosystem Assessment in Spain (EME, 2010), United Kingdom Assessment (NEA, 2011), Millennium Ecosystem Assessment in Switzerland (FOEN, 2011), TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2010), European Union Biodiversity Indicators (EEA, 2012I).

<sup>10</sup> Accordind to Maes (2011) distinction between capacity (stock) of a ecosystem to deliver a service, that shows the ecosystem resilience, and flow of services and benefits that people receive, and are expressed in units per time period.

indicators need to be adapted to apply to this scale, completing the available databases with field work, and where possible including specific studies like the analysis of ecologic connectivity, cultural landscape inventories, citizens' perception, etc. The indicators have been defined in such a way that the calculation method provides a structure to which more layers of information can be added, giving the results a greater degree of complexity.

The indicator's final representation is carried out through a series of themed maps that calibrate the provision of services. With these maps the most vulnerable to the most resilient areas can be regionally identified; when overlapped, conflicts and possible synergies between the four types of environmental services are identified.

## Defining indicators

A number of service provision potentiality indicators have been selected and the indicator calculation method and representation has been defined. Their use in specific areas of case research will allow problems in their application and a possible redefinition to be determined.

The following table summarizes the proposed indicators for the different services:

**Table 7.** Summary table of indicators

	Servicio	Indicador	Referencia
Supporting	Ecological connectivity	Urban fragmentation index - UFI	Romano, B (2002, 2010)
		Ecotones area	PAEc (2013)
Regulatory	Climate reg.	Local. Tree and shrub cover (temperature decrease)	EME (2010)
		Global. CO2 storage capacity of ecosystem	OSE (2006) / JRC (2011)
	Water reg.	Quality. Underwater pressure and land vulnerability	SIA (2008) / JRC (2011)
		Quantity. Underwater bodies	JRC (2011)
	Morphosed.	Erosion	EME (2010) / JRC (2011)
Provisioning	Food supply	Soil's crop production capacity	
		Land use	EME (2010)
		Agricultural production capacity	PAEC (2012)
Cultural	Cultural identity	Heritage	EME (2010)
		Recreational facilities	PEER (2011)
	Recreation	Access to heritage spaces opportunity : heritage wealth + accesibility	PEER (2011)

## SUPPORTING SERVICES: ECOLOGICAL CONNECTIVITY.

Biodiversity and ecological connectivity are analyzed through two indicators: ecotones between agricultural and forest areas, and anthropogenic fragmentation defined by the

“urban fragmentation index”, which highlights urban sprawl. Potentiality of the territorial structure, and how land cover distribution and morphology can favor or obstruct ecological connection capacity are analysed, so species’ mobility studies are not used.

This indicators allows the region characterization according to its ecological potential and degree of land development.

Image 11. Urban density in decreasing order.

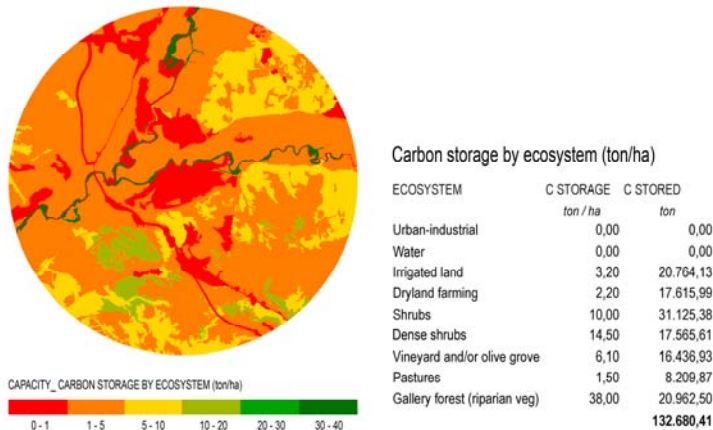


REGULATORY SERVICES: CLIMATE, WATER AND MORPHOSEDIMENTARY

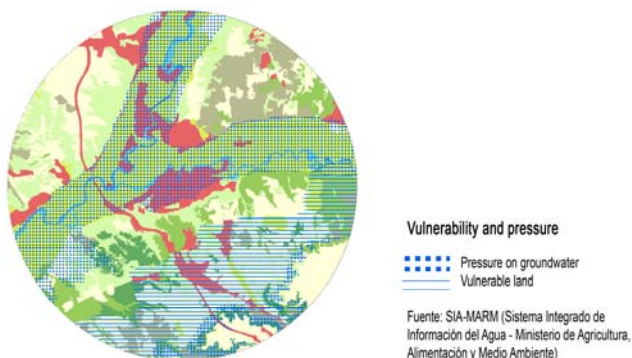
A series of indicators that provide a general overview of the services tree and vegetation cover provide and the consequences of agricultural land abandonment are proposed.

- **Climate change.** CO2 sequestration by ecosystem (t/ha) – total area sequestration and emission (t year)
- **Local climate.** Tree and shrub cover (ha) – temperature drop (°C)
- **Water quality.** Underwater pressure and land vulnerability (ha) – Underwater pollution (leaching of nitrates >25 mg/l)
- **Water quantity.** Soil infiltration capacity (mm) / Stored water (m3year)
- **Erosion.** Erosion potential (t/ha) – erosion rate (t/ha year)

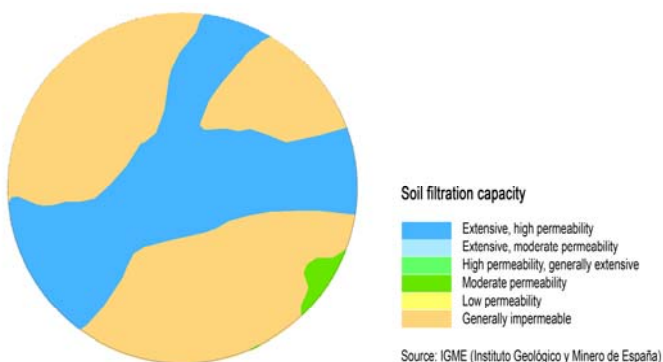
Image 12. Climate. Ecosystems CO2 sequestration capacity by ecosystem



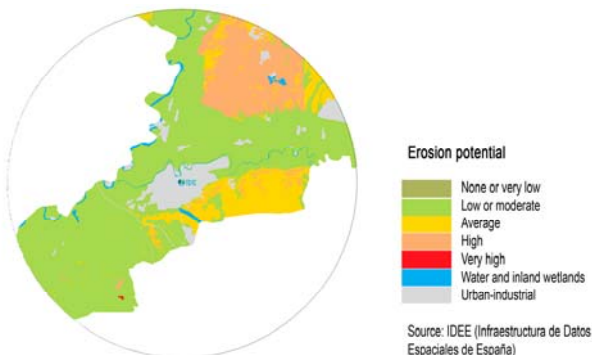
**Image 13.** Water quality. Land vulnerability to leaching of nitrates, and pressure on groundwater



**Image 14.** Water quantity. Soil filtration capacity



**Image 15.** Erosion potential



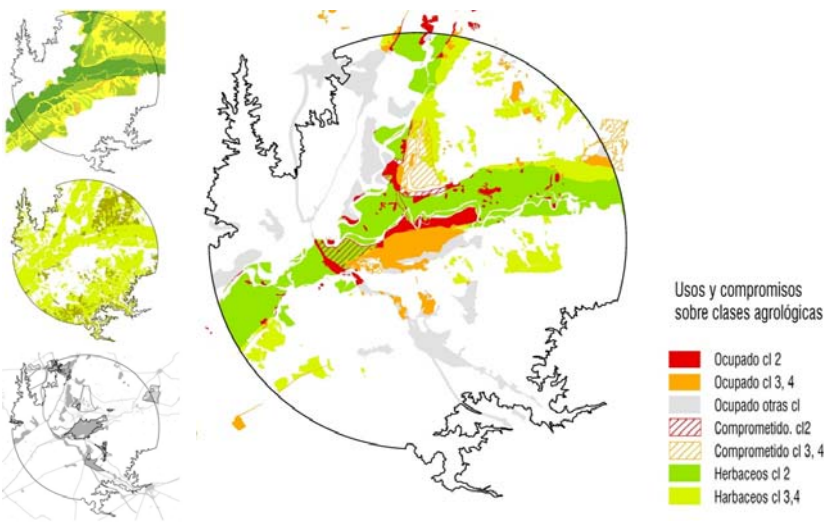


PROVISIONING SERVICES: FOOD SUPPLY

The “food production potentiality” indicator is calculated using two databases: the land’s agricultural quality (predefined index) and land use. In the cases where the land’s agricultural capacity is unavailable it could be necessary to calculate it using existing land and climate databases. In terms of land use, current crops and harvests are studied, distinguishing between vegetable and arable crops, and abandoned land; land compromised by urban planning (urban land and land marked for development) is identified. In this manner the region is characterized according to its productive capacity and its current and expected use.

For a more in-depth analysis the adaption of the “Agricultural production by agro-ecosystem and crop type” indicator used by the EME (2010) is suggested. This flow indicator can calculate different production scenarios; when compared with the “food production capacity” indicator the degree of land use in relation to its potentiality can be seen.

**Images 16.** Land agricultural quality, harvests and crops, artificial and compromised land intersection





## CULTURAL SERVICES: AGRICULTURAL HERITAGE

The "access to heritage spaces opportunity" indicator is obtained through the relationship between the heritage intensity index (determined according to the region's cultural characteristics) and accessibility (determined according to distance, slope and other factors).

### Example of indicator adaption to a peri-urban scale

The "access to heritage spaces opportunity" indicator is adapted from the PEER definition (Maes et al, 2011) of "fruition", in which the region's recreational services capacity is compared with its accessibility, applicated at a European and national level.

The original indicator based the attractiveness of the spaces on its degree of naturalness; in our study we relate it to the integrality of agricultural landscape. With regards to displacement characteristics PEER analyzed daily trips taken by car; for the purposes of our research we focus on the peri-urban area's accessibility on foot or by bike.

Cultural heritage wealth is determined according to the region's cultural value, which depends on the existence of historical elements and structures in the region: agricultural infrastructures, plot distribution, protected heritage, traditional farming methods, etc. Another factor to consider is local opinion (cultural and appropriated spaces), gathered through different participative methods like surveys and polls, interviews, interest groups, and mental maps.

The accessibility degree (im. 20) begins with the urban boundary, considers the distances taken, the slopes (setting maximum values that cannot be exceeded) and factors like tree cover and road adequacy, excluding highways as only routes on foot or by bike are taken into account, and route comfort criteria: route via roads or exclusively pedestrian, wooded or not, maintenance conditions, etc.

An interesting use of the indicator is to compare it with the proximity of the urban center (im. 21), which can lead to the detection of road barriers if areas of interest are identified that are close but with low accessibility.

Image17. Agricultural infrastructures



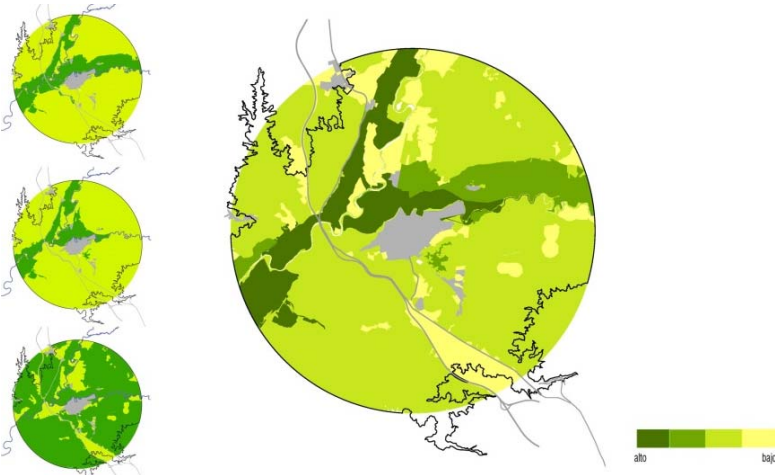
Image 18. Historical structure and morfology (ortophoto 1956-2005)

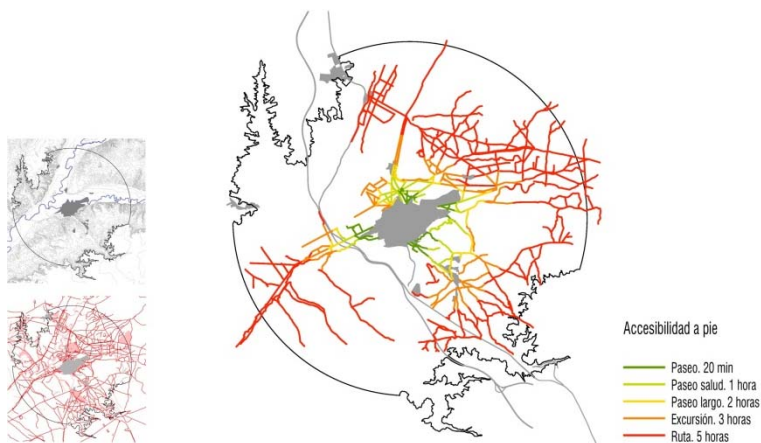
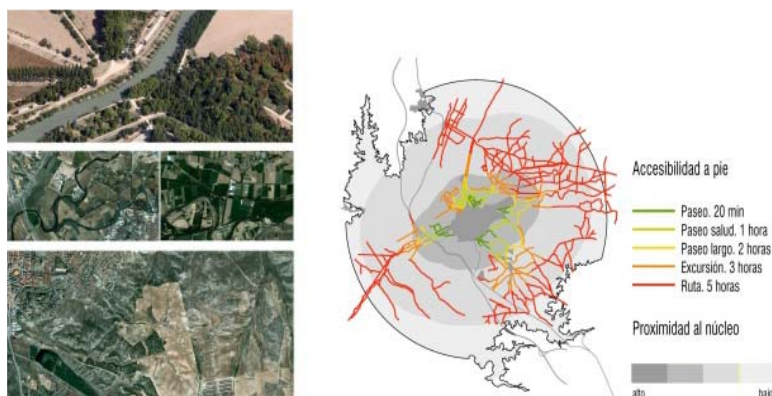


Image 19. Protected heritage



Figura 20. Accessibility to heritage spaces



**Image 21.** Accessibility on foot**Image 22.** Accessibility – proximity intersection

The indicator can be completed with an analysis of the location of traditional activities (festivities, direct sale of farm products...) and recreational or cultural open-air facilities (rest areas, scenic views, natural interpretation elements, fishing areas, etc.) that can be used to identify areas with the most potential for providing cultural services and evaluate the suitability of the location of the existing and expected facilities in relation to the region's capacity.

## Bibliographic references

BERNETTI, I; BOLOGNA, S; (2010) Trasformazioni dell'uso del suolo e frammentazione della matrice agroambientale, en Patto Città Campagna. Un progetto de bioregione urbana per la Toscana centrale. Alinea Editrice, Firenze.

COSTANZA, R. (2008). "Ecosystem services: multiple classification systems are needed." Biological conservation 120(4): 549-565

DOBBS, C; ESCOBEDO, FJ; ZIPPERER, WC; (2011) "A framework for developing urban forest ecosystem services and goods indicators". Landscape and Urban Planning, Volume 99, Issues 3–4, 15 March 2011, Pages 196–206

EEA; (2012) Streamlining European biodiversity indicators 2020: Building a future on lessons learnt from the SEBI 2010 process. EEA Technical Report, n°11/2012. Copenhagen.

EME; (2011) Evaluación de Ecosistemas del Milenio en España. Conservación de los Servicios de los Ecosistemas y la biodiversidad para el bienestar humano. Informe final. Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

MAES, J. *et al.*; (2011) A spatial assessment of ecosystem services in Europe: Methods, case studies and policy analysis – phase I. PEER Report N° 3. Ispra: Partnership for European Environmental Research, Italy.

NAREDO, J.M. (coord.), CARPINTERO, O., FRÍAS, J., GASCÓ, J.M., Y SAA, A. (2009) El agua virtual y la huella hidrológica de la Comunidad de Madrid, Madrid, CYII, Cuadernos I+D+I, n 5.

NEA (2011) The UK National Ecosystem Assessment: Synthesis of the Key Findings. UNEP-WCMC, Cambridge.

ODUM, E (1969) La estrategia de desarrollo de los ecosistemas. Versión castellana en Boletín CF+S <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n26/aeodu.html>

RIECHMANN, J (2007) Introducción al principio de precaución. En Ortega García JA, Navarrete Montoya A, Ferris i Tortajada J (eds.): El cáncer, una enfermedad prevenible. 1ª Ed. Murcia: FFIS.

ROMANO, B (2002) Evaluation of Urban Fragmentation in the Ecosystems. International Conference on Mountain Environment and Development (ICMED)

SIMON ROJO, M (2011). "Integrating periurban agrarian ecosystem services into spatial planning to cope with urban pressure" In Proceedings "Laufener Spezialbeiträge 2012" of the symposium by the WG Landscape Ecology in Practice (IALE-Europe)

TEEB (2010). The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations. Edited by Pushpam Kumar. Earthscan, London and Washington;

STAUB C; OTT W *et al.*; (2011) Indicators for Ecosystem Goods and Services: Framework, methodology and recommendations for a welfare-related environmental reporting. Federal Office for the Environment, Bern. Environmental Studies n° 1102: 17s.